

БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ГРЯЗОВЕЦКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

**РАССМОТРЕН**

на заседании цикловой комиссии  
общеобразовательных дисциплин  
Протокол № 1  
от «28» августа 2017 г.

Председатель ЦК

 Е.В. Зиновьева

**ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ  
ПО ФИЗИКЕ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА СПО**

Грязовец

2017

## **Пояснительная записка**

Лабораторно-практические занятия по физике предназначены для студентов 1 курса СПО

Предлагаемый курс основан на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении физики на теоретических занятиях.

### **Цели и задачи практических занятий:**

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;
- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, выполнения лабораторных работ;
- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий,
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности. В сборнике представлена система задач постепенно возрастающей сложности за курс физики средней школы. Занятия по решению теоретических задач дают возможность обеспечить студентов материалами для самостоятельной работы. С этой целью после разбора двух-трех ключевых задач на занятии целесообразно дать комплект 10 -13 задач по данной теме для самостоятельной работы с обязательным полным письменным оформлением.

В каждый раздел включен основной материал, глубокого и прочного усвоения которого следует добиваться. Таким основным материалом является: основные положения молекулярно-кинетической теории, основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа, первый закон термодинамики – для молекулярной физики. Для электродинамики – учение об электромагнитном поле, закон Кулона и Ампера, явление электромагнитной индукции, для квантовой физики – квантовые свойства света, квантовые постулаты Бора, закон взаимосвязи массы и энергии.

В процессе обучения с целью закрепления полученных теоретических знаний на практике проводятся фронтальные лабораторные и практические работы.

В соответствие с учебным планом, по завершению курса предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

**Тематика лабораторно-практических занятий:**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Лабораторная работа № 1. Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости.	2
2	Лабораторная работа № 2. Изучение закона сохранения механической энергии.	2
3	Лабораторная работа № 3. Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.	2
4	Лабораторная работа № 4. Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»	2
5	Лабораторная работа № 5. Изучение последовательного и параллельного соединения проводников.	2
6	Лабораторная работа № 6. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.	2
7	Лабораторная работа № 7. Наблюдение действия магнитного поля на ток.	2
8	Лабораторная работа № 8. Изучение явления электромагнитной индукции.	2
9	Лабораторная работа № 9. Измерение показателя преломления стекла.	1
10	Лабораторная работа № 10. Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.	1
11	Лабораторная работа № 11. Измерение длины световой волны.	1
12	Лабораторная работа № 12. Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света.	1
13	Лабораторная работа № 13. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.	2
14	Лабораторная работа № 14. Изучение треков заряженных частиц.	1
15	Лабораторная работа № 15. Моделирование радиоактивного распада.	1
	<b>Количество часов на лабораторно-практические работы:</b>	<b>24</b>

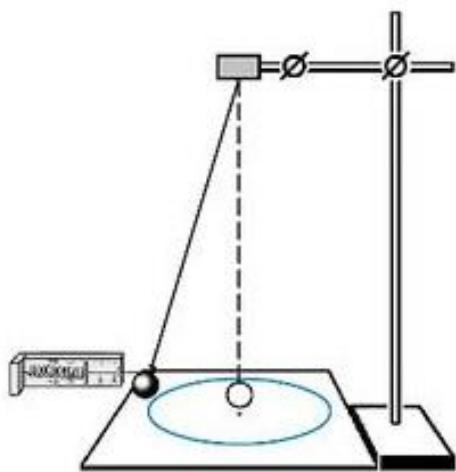
## Лабораторная работа № 1.

**Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости.**

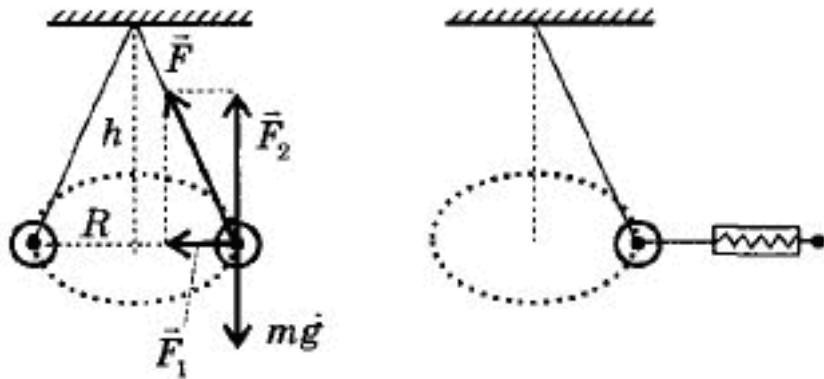
**Цель работы:** определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

**Макет штатива**

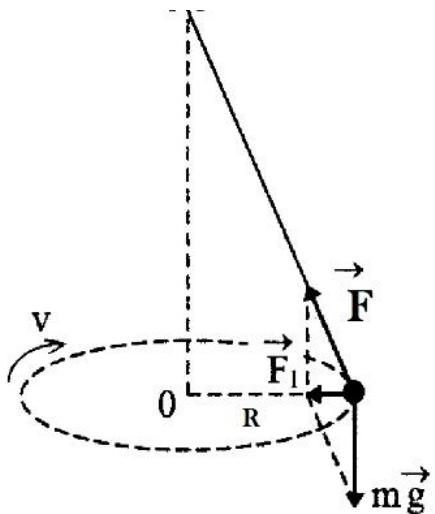


**Схематическое изображение**



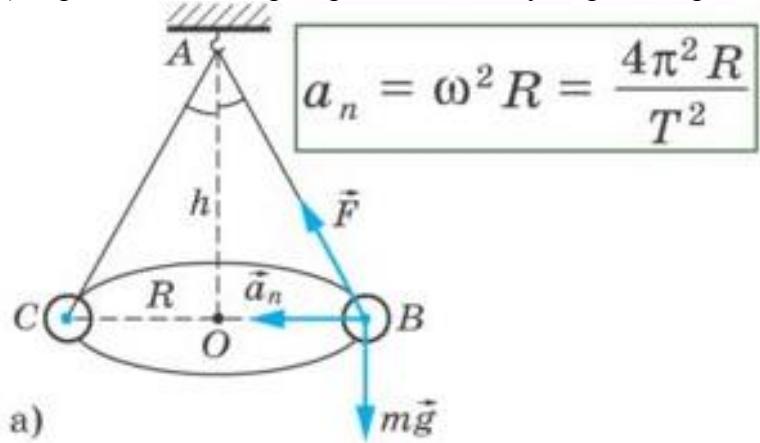
**Порядок проведения работы:**

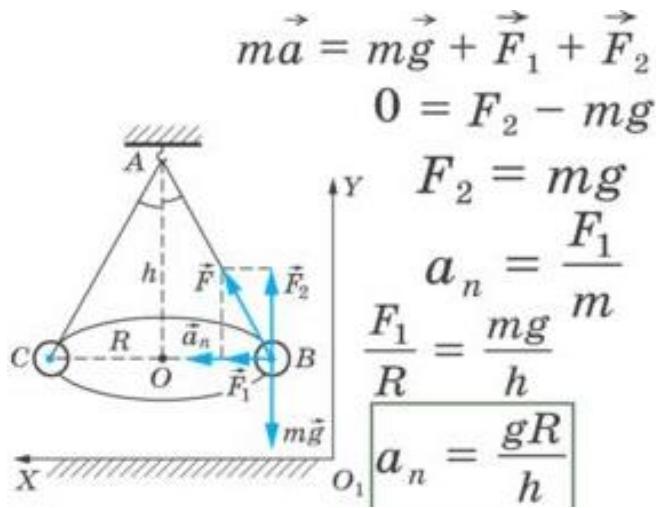
1. Масса шарика  $m = 30$  г. Груз в виде шарика подвесить на нить и зажать нить в лапке штатива.
2. Вычертить на бумаге окружность радиусом  $R=20$  см.  
Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение шарика проходило через центр окружности.
3. Взять нить пальцами у точки подвеса. Привести груз во вращение по нарисованной окружности радиуса  $R$ . Измерить радиус с точностью 1 см.



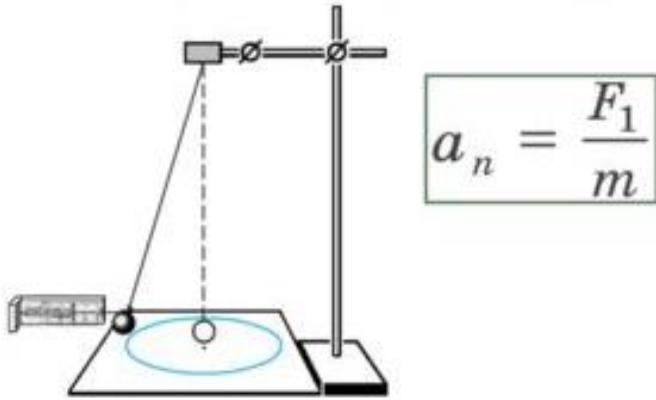
4. Определить время, за которое маятник совершает количество оборотов  $N=30$ .
5. Определить высоту конического маятника  $h$  по вертикали от центра шарика до точки подвеса. Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса.  $h=60$  см.
6. Найти модуль центростремительного ускорения  $a_n = 4\pi^2 * R / T^2$ ;  $a_{n2} = g * R / h$ ;
7. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности и измерить модуль составляющей  $F_1$ .  
 $F_1 = 0,12$  Н; масса шарика  $m = 30$  г.

а) определение центростремительного ускорения при движении по окружности:





6) измерения силы  $F_1$  динамометром:



8. Результаты измерений занести в таблицу:

R, см	N	$\Delta t$ , с	T, с	h, см	m, г	$a_{n1}, \text{м/с}^2$	$a_{n2}, \text{м/с}^2$	$a_{n3}, \text{м/с}^2$

Вычислить значения модуля центростремительного ускорения  $a_n$ . Формулы для вычислений:

$$T = \Delta t / N;$$

$$a_{n1} = 4 * \pi^2 * R / T^2;$$

$$a_{n2} = g * R / h;$$

$$a_{n3} = F_1 / m$$

9. Результаты вычислений занести в таблицу.

Вывод: Сделать вывод, в котором сравнить три значения модуля центростремительного ускорения.

## Лабораторно-практическая работа № 2

### **«Изучение закона сохранения энергии»**

**Цель:** практическим путём сравнить две величины – уменьшение потенциальной энергии прикреплённого к пружине тела при его падении и увеличении потенциальной энергии растянутой пружины.

#### **Оборудование:**

Динамометр, жёсткость пружины которой равна 40 Н/м, измерительная линейка, набор грузиков, фиксатор, штатив с муфтой и лапкой.

#### **Теория:**

В замкнутой механической системе сумма механических видов энергии (потенциальной и кинетической энергии, включая энергию вращательного движения) остается неизменной.

$$W_n + W_k + W_{bp} = W_{\text{полн}} = \text{const}$$

где:

$W_n$  — Потенциальная энергия тела, энергия положения (Джоуль),

$W_k$  — Кинетическая энергия тела, энергия движения (Джоуль),

$W_{bp}$  — Энергия вращения тела (Джоуль),

#### **Ход работы:**

1. Груз из набора прочно укрепите на крючке динамометра.
2. Поднимите грузик рукой, разгружая пружину, и установите фиксатор внизу у скобы.
3. Отпустите грузик. Падая, грузик растянет пружину. Снимите грузик и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение пружины.
4. Повторите опыт 3 раза.
5. Подсчитайте по формулам:

$$E_{1\text{ cp}} = mgh_{\text{cp}} \quad E_{2\text{cp}} = kx^2 / 2$$

6. Результаты занесите в таблицу:

№					
п/п	m, кг	h, м	$E_{1\text{ cp}}, \text{Дж}$	L, м	$E_{2\text{cp}}, \text{Дж}$

Записать вывод работы:

#### **Отчёт о работе:**

1. Провести расчёты по панну проведённой работы и сделать вывод.
2. Ответить на контрольные вопросы:

- понятие энергии,
- виды энергии,
- закон сохранения энергии,

- единица измерения энергии,
- использование энергии в вашей производственной деятельности на практике.

**Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

### **Лабораторная работа № 3.**

**Тема: Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.**

**Цель работы:** определить ускорение свободного падения при помощи универсального маятника.

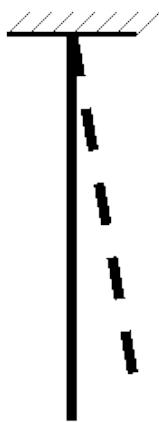
#### **Введение**

Целью данной работы является измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятника, где физический маятник - тело, совершающее под действием силы тяжести колебания вокруг неподвижной горизонтальной оси, не проходящей через центр тяжести тела, а математический маятник может быть осуществлен в виде тяжелого груза, достаточно малых размеров, подвешенный на нити. Колебания – движения, обладающие той или иной степенью повторяемости.

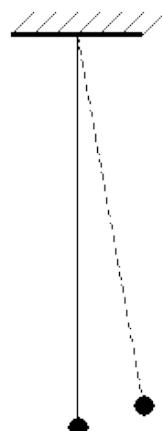
#### **Описание лабораторной установки и методики измерений**

Будем измерять период и время колебания маятников, с помощью маятника универсального FPM-04. Установка состоит из: штатива, на котором подведен маятник, фотоэлектронной пары, фиксирующей количество и время колебаний.

#### **Принципиальная схема:**



Физический



Математический

(маятник - стержень)

(груз на нити)

### Методика измерений

1. Измерим длину маятника, и отклонив маятник на несколько градусов, отпустим его. После 10 колебаний зафиксируем время колебаний, и повторим опыт несколько раз, меняя длину маятника вычислить ускорение свободного падения из формулы для периода колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

Для этого необходимо измерить период колебания и длину подвеса маятника. Тогда из формулы (1) можно вычислить ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} l \quad (2)$$

**Средства измерения:** 1) часы с секундной стрелкой; 2) измерительная лента ( $\Delta_n = 0,5$  см).

**Материалы:** 1) шарик с отверстием; 2) нить; 3) штатив с муфтой и кольцом.

### Порядок выполнения работы:

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите при помощи муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3—5 см от пола.

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 5 – 8 см и отпустите его.

3. Измерьте длину подвеса мерной лентой.

4. Измерьте время  $\Delta t$  40 полных колебаний (N).

5. Повторите измерения  $\Delta t$  (не изменяя условий опыта) и найдите среднее значение  $\Delta t_{cp}$

6. Вычислите среднее значение периода колебаний  $T_{cp}$  по среднему значению  $\Delta t_{cp}$ .

7. Вычислите значение  $g_{cp}$  по формуле:

$$g_{cp} = \frac{4\pi^2}{T_{cp}^2} l \quad .(3)$$

8. Полученные результаты занесите в таблицу:

Номер опыта	l, м	N	$\Delta t$ , с	$\Delta t_{cp}$ , с	$T_{cp} = \frac{\Delta t_{cp}}{N}, с$	$g_{cp}, \frac{M}{с^2}$
-------------	------	---	----------------	---------------------	---------------------------------------	-------------------------

--	--	--	--	--	--	--

$$\frac{M}{c^2}$$

9. Сравните полученное среднее значение для  $g_{cp}$  со значением  $g=9,8 \frac{m}{s^2}$  и рассчитайте относительную погрешность измерения по формуле:

$$\varepsilon_g = \frac{|g_{cp} - g|}{g}$$

### Физический маятник

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

Период колебаний рассчитывается по формуле , где

I – момент инерции,

T – период колебания,

m – масса груза,

g – ускорение свободного падения,

l – длина маятника,

π – число Пи.

Формула справедлива лишь при малых амплитудных колебаниях.

### Основные определения и понятия

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой, нерастяжимой нити и совершающая колебание в вертикальной плоскости под действием силы тяжести.

Физическим маятником называется абсолютно твердое тело, совершающее колебания под действием силы тяжести вокруг горизонтальной оси, не проходящей через его центр тяжести.

### Основные законы и соотношения физики, используемые в опытах

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

Период колебаний математического маятника ,

где l - длина маятника;

g - модуль ускорения свободного падения.

Период колебаний физического маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}},$$

где  $J$  - момент инерции маятника относительно оси качаний (точки подвеса);

$m$  - его масса;

$l$  - расстояние от центра тяжести до оси качаний.

Величину  $L = J/(ml)$  называют приведенной длиной физического маятника. Она равна длине такого математического маятника, период колебаний которого совпадает с периодом данного физического маятника.

### Расчётные формулы

$$g = 4\pi^2 L/T$$

Абсолютная погрешность ускорения свободного падения

$$\Delta g = g \left( \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right), \text{ т.к.}$$

Окончательный результат с записью средних абсолютных погрешностей косвенных измерений

$$g = \bar{g} \pm \Delta g$$

**Таблица 1: Математический маятник**

Физ. величина	t	T	g	l
№ опыта	с	с	м/с <sup>2</sup>	м
1				
2				
3				

4				
5				
6				

$\Delta l=0.0005$  м,  $\Delta t=0.001$  с

**Таблица 2: Физический маятник**

Физ. величина	t	T	g	l
№ опыта	с	с	м/с <sup>2</sup>	м
1				
2				
3				
4				

$$\bar{t} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 t_i$$

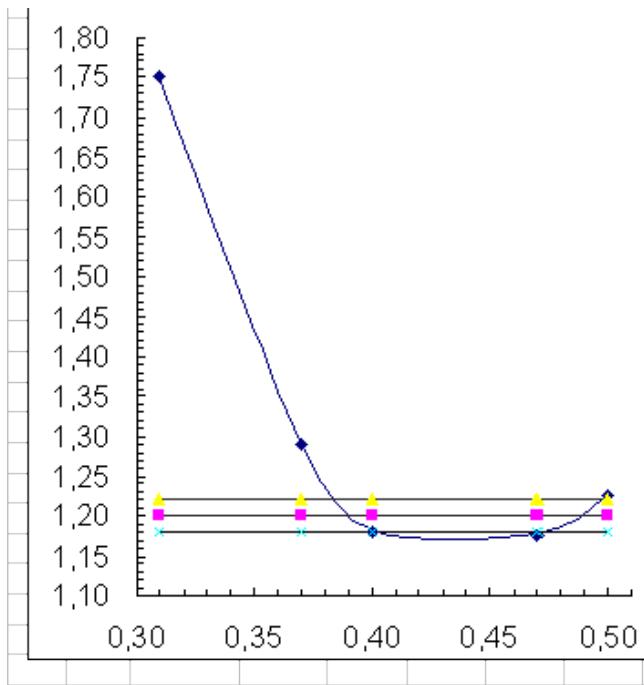
Среднее значение времени

$$\bar{g} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 g_i \quad (\text{м/с}^2)$$

Среднее значение ускорения свободного падения

$$\Delta g = g \left( \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right) \quad (\text{м/с}^2)$$

Построить кривую зависимости T от длины l при разных значениях T для физического маятника.  
(примерный вид графика)



### **Вывод:**

Сделать вывод по работе.

## Лабораторно-практическое занятие № 4

по теме «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Основы молекулярной физики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

### Теория:

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

1. Все вещества – жидккие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.

$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

Масса одной молекулы  $m_0$  выражается формулой

$$v = \frac{M}{N_A}$$

Количеством вещества  $v$  называется отношение числа молекул  $N$  к числу Авогадро  $N_A$ :

Концентрацией молекул  $n$  называется отношение числа молекул  $N$  в объеме  $V$  к этому объему  $V$ :

$$n = \frac{N}{V}.$$

$p = \frac{1}{3}m_0 n \langle v^2 \rangle$

Давление  $p$  можно выразить следующей формулой

Это уравнение носит название основного уравнения молекулярно кинетической теории (МКТ) газов. Это уравнение можно переписать в виде

Средняя кинетическая энергия  $\langle E_k \rangle = \frac{3}{2}kT$ , где  $k$ —постоянная Больцмана.

уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M}RT, \quad R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}$$

где — универсальная газовая постоянная.

Задача:

Какой объем занимают 100 моль ртути?

Дано:  $\mu = 0,2 \text{ кг/моль}$ ,  $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $v = 100 \text{ моль}$ . Найти:  $V$

Решение.

$$m = \rho V = \mu v; \quad V = \frac{\mu v}{\rho} = \frac{0,2 \text{ кг/моль} \cdot 100 \text{ моль}}{13600 \text{ кг/м}^3} \approx 0,0015 \text{ м}^3.$$

Ответ:  $V \approx 0,0015 \text{ м}^3$ .

**Задания:**

1. Определите массу молекулы воды.
2. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?
3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?
4. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?
5. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.
6. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде В — 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?
7. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?
8. Объем 12 моль азота в сосуде при температуре 300К и давлении  $10^5 \text{ Па}$  равен  $V_1$ . Чему равен объем 1 моля азота при таком же давлении газа и вдвое большей температуре?
9. Определите массу воздуха в классной комнате размерами  $5 \times 12 \times 3 \text{ м}$  при температуре  $25^\circ \text{C}$ . Принять плотность воздуха равной  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .

10. Если положить овощи в солёную воду, то через некоторое время они становятся солёными.  
Какое явление объясняет этот факт?

**Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2014 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике.2014 г

**Лабораторно-практическое занятие № 5 (1 часть)**

**«Исследование последовательного соединения проводников»**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить общее сопротивление двух последовательно соединенных проволочных резисторов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, 3 вольтметра, амперметр, 2 реостата, соединительные провода.

**Теория:**

1. сила тока во всех последовательно соединенных участках цепи одинакова  
 $I=I_1+I_2$
2. напряжение в цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков, равно сумме напряжений на каждом участке  $U=U_1+U_2$
3. сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков, равно сумме сопротивлений каждого участка  $R=R_1+R_2$

**Ход работы:**

1. Расположите на столе приборы в соответствии со схемой.
2. Соберите цепь по схеме, соблюдая полярность подключаемых приборов.

**Задания:**

V

$R_1$

$R_2$

$V_1$

V

3. Запишите показания амперметра и трех вольтметров.
4. Используя закон Ома для участка цепи  $I = U/R$ , рассчитайте сопротивление:
  - сопротивление первого резистора  $R_1 = U_1 / I$
  - сопротивление второго резистора  $R_2 = U_2 / I$

- общее сопротивление цепи по двум формулам  $R_{\text{общ}} = U / I$

$$\text{и } R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$$

5. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

$U, \text{ В}$	$U_1, \text{ В}$	$U_2, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_{\text{общ}} = U/I, \text{ Ом}$	$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2, \text{ Ом}$

6. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

- Произвести все расчёты лабораторной работы.
- Сделать вывод работы.
- Способ подключения амперметра, вольтметра.
- Единицы измерения силы тока, напряжения.
- Закон Ома для участка цепи.
- Формулы вычисления силы тока, напряжения и сопротивления при параллельном соединении проводников.

### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2014 г.

## Лабораторно-практическое занятие № 5 (2 часть)

### «Исследование параллельного соединения проводников»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить общее сопротивление двух параллельно соединенных проволочных резисторов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, вольтметр, 3 амперметра, 2 реостата, соединительные провода.

### Теория:

1. сила тока в неразветвленном участке цепи равна сумме сил токов во всех параллельно соединенных участках

$$I = I_1 + I_2$$

2. напряжение на всех параллельно соединенных участках цепи одинаково

$$U = U_1 + U_2$$

3. при параллельном соединении сопротивлений складываются величины, обратные сопротивлению: ( $R$ -сопротивление проводника,  $1/R$  – электрическая проводимость проводника)

Если в цепь включены параллельно только два сопротивления, то:

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

### Ход работы:

1. Расположите на столе приборы в соответствии со схемой.

### A Задания:

### V Задания:

$A_{11}$

$R_1$

$A_2$

$R_2$

Соберите цепь по схеме, соблюдая полярность подключаемых приборов.

2. Запишите показания трех амперметров и вольтметра.
3. Используя закон Ома для участка цепи  $I = U/R$ , рассчитайте сопротивление:

- 1 участка  $R_1 = U / I_1$
- 2 участка  $R_2 = U / I_2$
- общее сопротивление по двум формулам:

$$R_{\text{общ}} = U / I \quad \text{и} \quad R_{\text{общ}} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$$

4. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

$I, A$	$I_1, A$	$I_2, A$	$U, V$	$R_1, \Omega$	$R_2, \Omega$	$R_{\text{общ}} = U/I, \Omega$	$R_{\text{общ}} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2), \Omega$

5. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод.

### **ОТЧЁТ РАБОТЫ:**

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.

3. Метод измерения силы тока, напряжения.
4. Единицы измерения силы тока, напряжения, сопротивления.
5. Закон Ома для участка цепи.
6. Формулы вычисления силы тока, напряжения и сопротивления при последовательном соединении проводников.

**Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

### **Лабораторно-практическое занятие № 6**

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

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** измерить мощность лампочки накаливания.

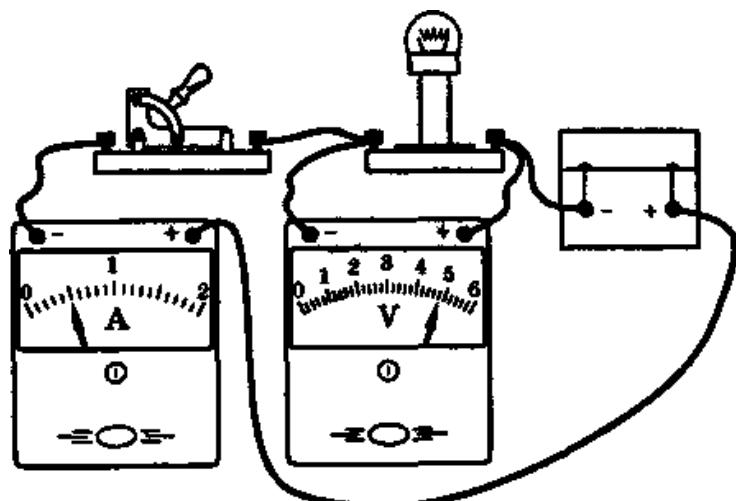
**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, лампочка, амперметр, вольтметр, соединительные провода.

**Теория:**

При упорядоченном движении заряженных частиц электрическое поле совершает работу, её принято называть работой тока. Работа тока  $A = I \cdot U \cdot \Delta t$ . Работа тока на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа. Любой электрический прибор рассчитан на потребление определённой энергии в единицу времени, поэтому, наряду с работой тока, очень важное значение имеет мощность тока. Мощность тока равна отношению работы тока за время к этому интервалу времени.  $P = A / \Delta t = I \cdot U = U^2 / R$ . Мощность измеряется в Ваттах. На большинстве приборов указана потребляемая ими мощность.

**Ход работы:**

1. Собрать цепь по рисунку:



2. Начертите схему в тетради.
3. Записать показания вольтметра и амперметра.
4. Рассчитать мощность лампочки по формуле:  $P = UI^*$
  
5. Оформить лабораторную работу в виде задачи.

P-?

#### РЕШЕНИЕ

I=

U=

6. Сделайте вывод по работе.

#### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Способ подключения амперметра, вольтметра.
4. Единицы измерения силы тока, напряжения, мощности.
5. Законы постоянного тока.
6. Использование постоянного и переменного тока в жизни и в производственной деятельности.
7. Формулы вычисления мощности лампы накаливания.

#### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

## Лабораторная работа № 7.

### **Тема: Наблюдение действия магнитного поля на ток.**

**Цель работы:** убедиться в том, что однородное магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие; определение магнитной индукции в воздушном зазоре постоянного магнита.

**Оборудование:** проволочный моток, штатив, источник постоянного тока, сопротивление (резистор), соединительные провода, дугообразный магнит, амперметр, ключ.

#### **1. Теоретические основы работы**

На элемент  $dI$  проводника с током  $I$ , находящегося в магнитном поле с индукцией  $B$  (рис.1), действует сила  $dF$ , значение которой определяется законом Ампера:

$$dF = I [d \cdot B] . (1)$$

На прямолинейный проводник длиной  $b$  с током  $I$ , расположенный перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля действует сила, значение которой находится интегрированием (1) по длине проводника:

$$F_A = \int_0^b dF = I B b , (2)$$

где  $I$  - сила тока в проводнике;  $b$  - длина проводника;  $B$  - магнитная индукция.

В технике широко используются приборы, в которых магнитное поле создается в малом кольцевом зазоре  $l$  постоянными магнитами 2 и 4 (рис. 2). В пределах зазора линии магнитного поля направлены радиально, а значение магнитной индукции зависит только от расстояния до точки  $O$ . Если в такое магнитное поле поместить рамку 3 с током  $I$ , свободно вращающуюся вокруг оси  $O$ , то на нее будет действовать пара сил Ампера.

Момент этих сил относительно оси вращения  $O$  зависит от значения магнитной индукции в тех точках пространства, где расположены стороны рамки параллельные оси вращения, от силы тока в рамке, ее геометрических размеров, числа витков  $N$  намотанного на нее провода, но не зависит от угла поворота рамки:

$$M = F_A a N , (3)$$

где  $M$  - момент сил Ампера относительно оси вращения;  $F_A$  - сила Ампера;  $N$  - число витков,  $a$  - ширина рамки.

Из (2) и (3) имеем

$$M = I B b a N , (4)$$

где  $b$  - длина рамки.

Если момент сил Ампера  $M_{(A)}$ , приложенный к рамке 1 (рис. 3), уравновесить моментом силы тяжести  $mg$ , действующей на стрелку 2, жестко связанную с рамкой, то значение момента сил Ампера можно определить по углу поворота  $\alpha$  рамки, при котором достигается механическое равновесие:

$$M_{(A)} = M_{(mg)} (5)$$



#### Проведение эксперимента и обработка результатов:

1. Подвесьте проволочный моток к штативу, подсоедините его к источнику тока последовательно с сопротивлением, амперметром, ключом. Зарисуйте рис.1

2. Замыкая цепь, поднесите магнит к витку северным полюсом. Пронаблюдайте движение мотка.

Обратите внимание на направление тока (условно принято за направление тока движение зарядов от «+» к «-»).

3. Зарисуйте (рис.2), указав направление движение мотка:

- Укажите движение мотка относительно магнита.
- Измените направление магнитного поля, т.е. внесите магнит южным полюсом.
- Зарисуйте и **укажите движение мотка**.

4. Измените направление тока в витке, магнит внесите северным полюсом. Пронаблюдайте движение витка и зарисуйте (рис.3). **Укажите направление движения витка**

5. Магнит внесите южным полюсом при том же направлении тока. **Укажите направление движения витка**.

6. Запишите правило правой руки для соленоида (катушки с большим числом витков): *если обхватить соленоид ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида. (большой палец покажет, где северный полюс магнитного поля, созданного током в соленоиде)*

7. Магнитное поле тока взаимодействует с магнитным полем магнита по закону: *разноименные магнитные полюсы притягиваются, одноименные – отталкиваются.*



Рис.2. Рамка с током в радиальном магнитном поле

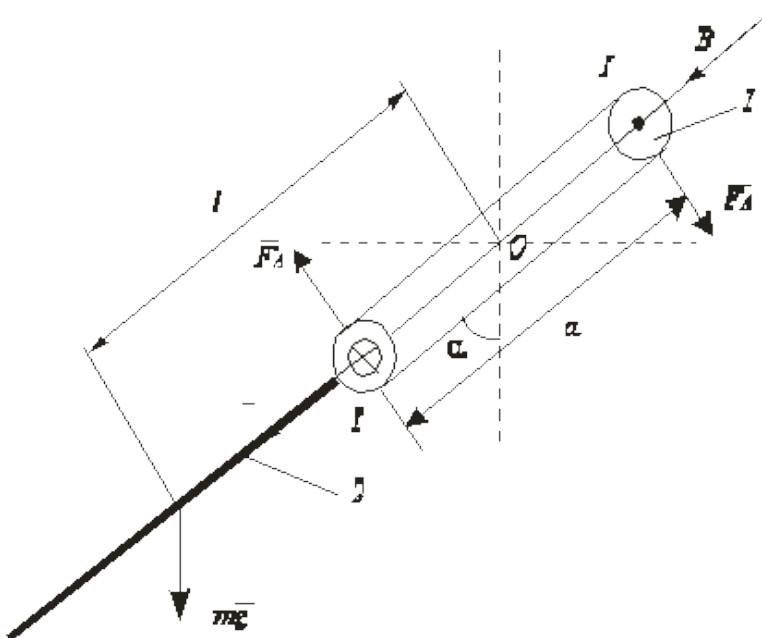


Рис. 3 Момент силы тяжести уравновешивает момент силы ампера

Из (4) и (5) и рис. 3 следует:

$$F_A a N = I B b a n = m g l \sin \alpha, \quad (6)$$

где  $I$  - сила тока в рамке,  $B$  - магнитная индукция,  $a$  - ширина рамки,  $b$  - длина рамки,  $l$  - расстояние от центра масс стрелки до оси вращения рамки,  $m$  - масса стрелки,  $N$  - число витков рамки,  $\alpha$  - равновесный угол поворота рамки.

Из (6) следует:

$$F_A = \frac{m g l}{aN} \sin \alpha, \quad (7)$$

## 2. Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка представляет собой амперметр магнитоэлектрической системы, в котором измерительная рамка находится в радиальном поле постоянных магнитов, как это показано на рис. 2. На стрелке прибора, в отсутствие тока занимающей вертикальное положение, закреплена тонкая металлическая трубочка. Измерительная шкала амперметра заменена транспортиром для измерения углов отклонения стрелки.

Для учета методической погрешности, связанной с наличием момента упругих сил  $M_y$ , возникающих в подвеске рамки при ее повороте, необходимо поставить корпус прибора на левую боковую грань и измерить угол  $b$  отклонения груза от вертикали. По углу  $b$  можно определить коэффициент жесткости подвески  $k$ .

Так как  $M_y = k b$ , то при равновесии рамки с грузом момент силы тяжести равен моменту упругих сил:

$$m g l \cos b = k b.$$

Отсюда

$$k = \frac{m g l \cos \beta}{b}.$$

С учетом момента упругих сил выражение (6) принимает вид

$$F_A a N = m g l \sin \alpha + k a, \quad (8)$$

а выражение (7) -

$$F_A = \frac{m g l \sin \alpha}{aN} + \frac{m g l \cos \beta}{aN \beta} \alpha. \quad (9)$$

Из (2) и (9) получим выражение для расчета магнитной индукции:

$$B = \frac{m g l}{INab} \left( \sin(\alpha) + \frac{\alpha}{\beta} \cdot \cos(\alpha) \right) \quad (10)$$

## 3. Порядок выполнения работы.

1. Заполните табл. 1 спецификации измерительных приборов.
2. Измерьте зависимость угла  $\alpha$  отклонения груза (поворота рамки) от силы тока  $I$  в рамке:
  - подключите модуль лабораторной работы соединительным кабелем к источнику питания. Регулятор напряжения на источнике питания установите в крайнее левое положение;
  - к нижнему штекерному разъему модуля подсоедините прибор для измерения силы тока в рамке;
  - произведите измерение силы тока в рамке для углов отклонения от 5° до 45°. Результаты измерений запишите в табл. 2.
  - выключите электропитание. Положите модуль лабораторной работы на левую боковую грань и измерьте угол  $\beta$  отклонения груза от горизонтали, результат измерений запишите после табл. 2.

Таблица 1: Спецификация измерительных приборов

Название прибора и его тип	Пределы измерения	Цена деления	Инструментальная погрешность

Таблица 2: Зависимость угла отклонения от силы тока в рамке

№	$I, A$	$\alpha^\circ$	$F_A, H$

#### 4. Обработка результатов измерений

1. По данным табл. 2 рассчитайте по формуле (9) значения силы Ампера и результаты запишите в ту же таблицу.
2. Постройте график зависимости силы Ампера от силы тока в рамке, проведя через экспериментальные точки прямую, выходящую из начала координат.
3. Используя выражение (2) найдите по тангенсу угла наклона прямой на графике значение магнитной индукции  $B$  в воздушном зазоре постоянного магнита.
4. Рассчитайте погрешность измерения  $DF_A$  и  $DB$ , запишите окончательный результат в стандартной форме.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Запишите закон Ампера для силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.
2. Запишите условие равновесия рамки с учетом момента упругих сил.
3. Какова зависимость силы Ампера от силы тока в рамке?
4. Каким образом в данной лабораторной работе можно оценить работу сил Ампера?

## Лабораторная работа № 8.

### Тема: Изучение явления электромагнитной индукции.

**Цель работы:** изучение явления электромагнитной индукции.

#### Оборудование:

1. Миллиамперметр.
2. Магнит.
3. Катушка-моток.
4. Источник тока.
5. Реостат.
6. Ключ.
7. Катушка от электромагнита.
8. Соединительные провода.

#### Теория

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление **электромагнитной индукции**.

Многочисленные опыты Фарадея показывают, что с помощью магнитного поля можно получить электрический ток в проводнике.

**Явление электромагнитной индукции** заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

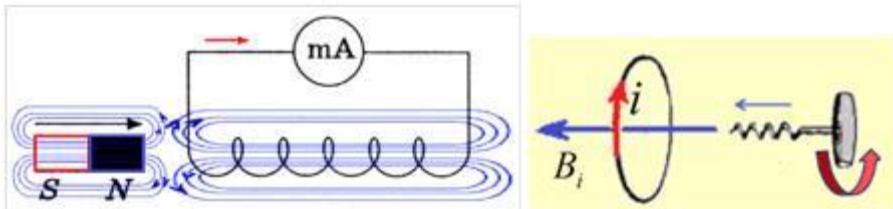
Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют **индукционным**.

В электрической цепи (рисунок 1) возникает индукционный ток, если есть движение магнита относительно катушки, или наоборот. Направление индукционного тока зависит как от направления движения магнита, так и от расположения его полюсов. Индукционный ток отсутствует, если нет относительного перемещения катушки и магнита.



Рисунок 1.

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток, а определенная э. д. с.



## Рисунок 2.

Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции  $E_{\text{инд}}$ , равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

$$\varepsilon_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Эта формула выражает закон Фарадея: э. д. с. индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

Знак минус в формуле отражает правило Ленца.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется правилом Ленца: **индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.**

При возрастании магнитного потока  $\Phi > 0$ , а  $\varepsilon_{\text{инд}} < 0$ , т.е. э. д. с. индукции вызывает ток такого направления, при котором его магнитное поле уменьшает магнитный поток через контур.

При уменьшении магнитного потока  $\Phi < 0$ , а  $\varepsilon_{\text{инд}} > 0$ , т.е. магнитное поле индукционного тока увеличивает убывающий магнитный поток через контур.

Правило Ленца имеет глубокий физический смысл – оно выражает закон сохранения энергии: если магнитное поле через контур увеличивается, то ток в контуре направлен так, что его магнитное поле направлено против внешнего, а если внешнее магнитное поле через контур уменьшается, то ток направлен так, что его магнитное поле поддерживает это убывающее магнитное поле.

ЭДС индукции зависит от разных причин. Если вдвигать в катушку один раз сильный магнит, а в другой — слабый, то показания прибора в первом случае будут более высокими. Они будут более высокими и в том случае, когда магнит движется быстро. В каждом из проведённых в этой работе опыте направление индукционного тока определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рисунке 2.

На рисунке синим цветом обозначены силовые линии магнитного поля постоянного магнита и линии магнитного поля индукционного тока. Силовые линии магнитного поля всегда направлены от N к S – от северного полюса к южному полюсу магнита.

По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного магнита, ведь магнит движется в сторону катушки. Направление тока находим по правилу буравчика: если буравчик (с правой нарезкой) ввинчивать так, чтобы его поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

Поэтому ток через миллиамперметр течёт слева направо, как показано на рисунке 1 красной стрелкой. В случае, когда магнит отодвигается от катушки, силовые линии магнитного поля индукционного тока будут совпадать по направлению с силовыми линиями постоянного магнита, и

ток будет течь справа налево.

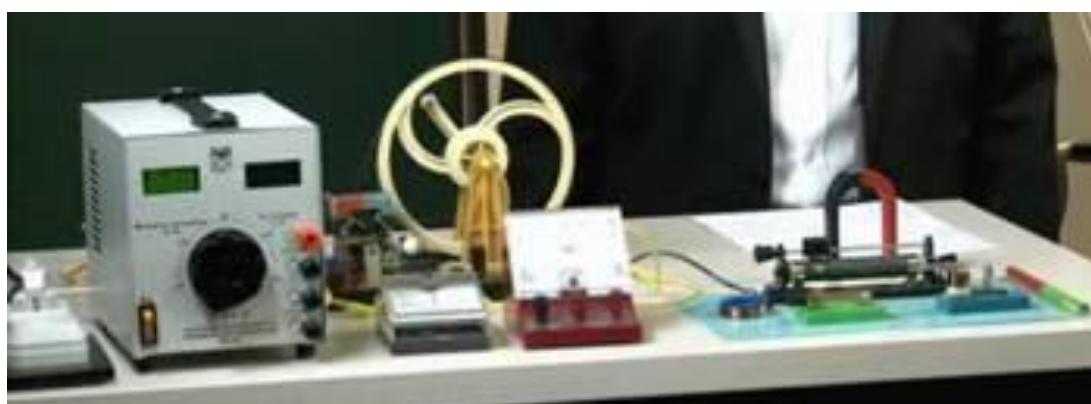


Рис. 1. Экспериментальное оборудование

### Опыт 1.

Собрать схему: присоединить моток-катушку к миллиамперметру и используется магнит, который необходимо приближать или удалять от катушки.

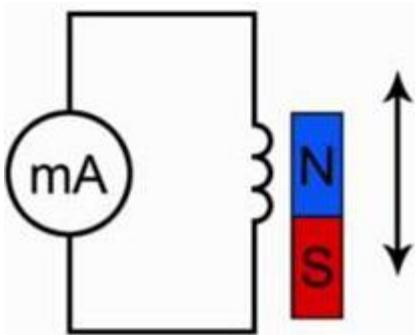


Рис. 2. Эксперимент 1

Подумайте над тем, как объяснить наблюдаемое явление:

Каким образом влияет магнитный поток на то, что происходит, в частности происхождение электрического тока. Для этого посмотрите на вспомогательный рисунок.

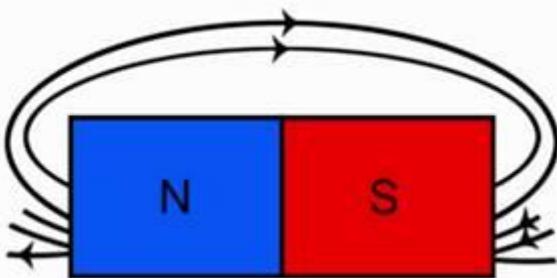


Рис. 3. Линии магнитного поля постоянного полосового магнита

Обратите внимание, что линии магнитной индукции выходят из северного полюса, входят в южный полюс. При этом количество этих линий, их густота различна на разных участках магнита. Обратите внимание, что направление индукции магнитного поля тоже изменяется от точки к точке.

### Вывод 1 эксперимента:

(напишите вывод \_\_\_\_\_)

### Опыт 2.

Следующий этап исследования электромагнитной индукции связан с определением **направления индукционного тока**. О направлении индукционного тока судят по тому, в какую сторону отклоняется стрелка миллиамперметра. Воспользуйтесь дугообразным магнитом и пропишите, что увидите \_\_\_\_\_.

Далее магнит следует двигать в другую сторону, пропишите, что происходит со стрелкой \_\_\_\_\_.

Сделайте вывод, от чего зависит направление и величина индукционного тока \_\_\_\_\_.

## **II часть лабораторной работы:**

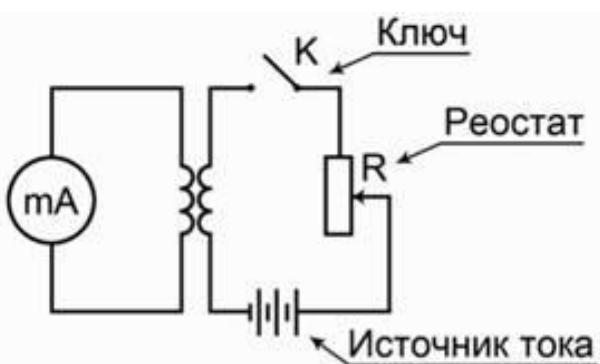


Рис. 4. Эксперимент 2

В схеме изменение магнитного потока необходимо получать не за счет движения постоянного магнита, а за счет изменения силы тока во второй катушке.

**Исследование наличия индукционного тока при замыкании и размыкании цепи.** 1 часть эксперимента: замкнуть ключ.

Пропишите, что происходит с током и стрелкой \_\_\_\_\_.

Прописать вывод данного эксперимента: \_\_\_\_\_.

### **2 часть эксперимента:**

Необходимо проследить, как будет изменяться индукционный ток, если менять величину тока в цепи за счет реостата. Если изменять электрическое сопротивление в цепи, то, следуя закону Ома \_\_\_\_\_.

Сделать вывод по 2 части эксперимента.

## **Генератор**

В заключение лабораторной работы необходимо посмотреть на то, как создается индукционный электрический ток в генераторе электрического тока.

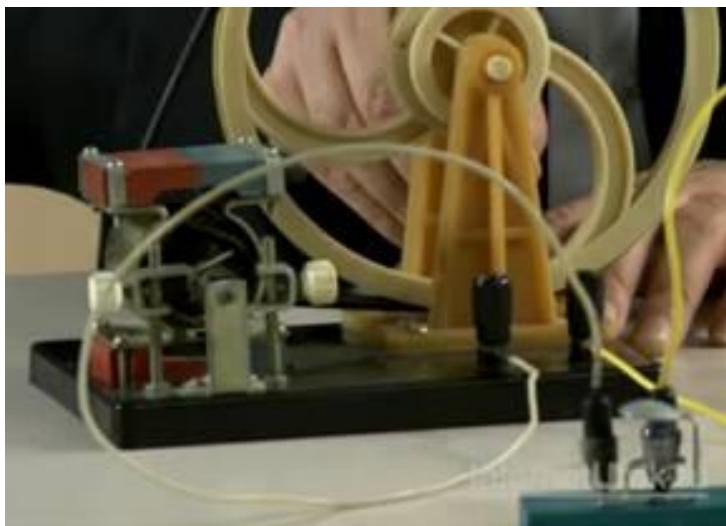


Рис. 5. Генератор электрического тока

Главная его часть – это магнит, а внутри этих магнитов располагается катушка с определенным количеством намотанных витков. Если теперь вращать колесо этого генератора в обмотке катушки будет наводиться индукционный электрический ток.

**Вывод:** что видно из эксперимента \_\_\_\_\_.

**Подготовьте для отчета таблицу и по мере проведения опытов заполните её.**

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания mA	Направления отклонения стрелки mA (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			
4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			

6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			
8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Какой ток называют индукционным?
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
4. Как формулируется правило Ленца?
5. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

### Лабораторно-практическое занятие № 9

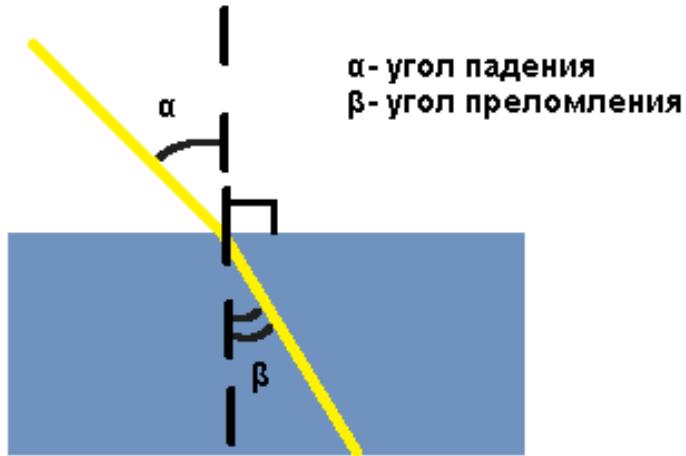
#### «Измерение показателя преломления стекла»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить показатель преломления плоскопараллельной пластины.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** плоскопараллельная пластина, транспортир

#### Теория:

**Преломление света** — явление, при котором луч света, переходя из одной среды в другую, изменяет направление на границе этих сред.



Преломление света происходит по следующему закону:  
*Падающий и преломленный лучи и перпендикуляр, проведенный к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред:*

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

где  $\alpha$  — угол падения,

$\beta$  — угол преломления,

$n$  — постоянная величина, не зависящая от угла падения.

При изменении угла падения изменяется и угол преломления. Чем больше угол падения, тем больше угол преломления.

Если свет идет из среды оптически менее плотной в более плотную среду, то угол преломления всегда меньше угла падения:  $\beta < \alpha$ .

Луч света, направленный перпендикулярно к границе раздела двух сред, проходит из одной среды в другую **без преломления**.

### Ход работы:

1. Положите пластинку на лист и обведите карандашом её контуры.
2. Проведите произвольный падающий луч и перпендикуляр в точку падения.
3. Глядя через нижнее основание пластины на падающий луч, отметьте две точки, откуда выходит луч.
4. Уберите стекло и проведите преломленный луч.
5. С помощью транспортира определите углы падения  $\alpha$  и преломления  $\beta$ .
6. Используя закон преломления, найдите относительный показатель преломления стекла.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

7. Сравните полученный результат с табличным значением ( $n=1,6$ ) и сделайте вывод.

## ОТЧЁТ РАБОТЫ:

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Законы преломления света.
4. Закон прямолинейного распространения света.
5. Единица измерения показателя преломления света.

## Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2014 г.

## Лабораторная работа № 10.

### **Тема: Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.**

**Цель работы:** определить фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

**Оборудование:** линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, содержащим букву, источник тока, ключ, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

### **Вопросы для допуска к работе:**

1. Линзой называется \_\_\_\_\_
2. Тонкая линза – это \_\_\_\_\_
3. Покажите ход лучей после преломления в собирающей линзе.
4. Запишите формулу тонкой линзы.
5. Оптическая сила линзы – это \_\_\_\_\_  $D = \frac{1}{f}$  \_\_\_\_\_
6. Как изменится фокусное расстояние линзы, если температура ее повысится?
7. При каком условии изображение предмета, получаемое с помощью собирающей линзы, является мнимым?
8. Источник света помещен в двойной фокус собирающей линзы, фокусное расстояние которой  $F = 2$  м. На каком расстоянии от линзы находится его изображение?
9. Постройте изображение в собирающей линзе. Дайте характеристику полученному изображению.

### **Ход работы (1 часть)**

1. Соберите электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
2. Поставьте лампочку на один край стола, а экран – у другого края. Между ними поместите собирающую линзу.
3. Включите лампочку и передвигайте линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое, уменьшенное изображение светящейся буквы колпачка лампочки.

4. Измерьте расстояние от экрана до линзы в мм.  $d =$
5. Измерьте расстояние от линзы до изображения в мм.  $f$
6. При неизменном  $d$  повторите опыт еще 2 раза, каждый раз заново получая резкое изображение.  
 $f_1, f_2, f_3$
7. Вычислите среднее значение расстояния от изображения до линзы.
- $f_1, f_2, f_3 = \underline{\hspace{2cm}}$
8. Вычислите оптическую силу линзы  $D$   $D$
9. Вычислите фокусное расстояние до линзы.  $F$   $F =$
10. Результаты вычислений и измерений занесите в таблицу:

<b>№</b>						
опыта	$f \cdot 10^{-3}$ , м	$f$ , м	$d$ , м	$D$ , дптр	$D$ , дптр	$F$ , м

## 2 часть работы:

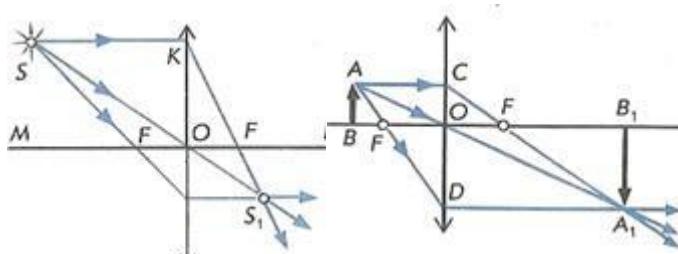
Проверить пригодность формулы тонкой линзы для вашей линзы и определить оптическую силу и фокусное расстояние линзы.

**Оборудование:** Измерительная лента, собирающая линза, лампочка на подставке, источник тока, выключатель, экран, соединительные провода, скотч, линейка, металлическая подставка.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$$

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

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы  $D$  при различных значениях  $d$  и  $f$ , найти абсолютные погрешности измерения  $D$  и убедиться, что в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.



расположить от линзы на расстоянии большем фокусного. При этом если расстояние  $f < d < 2f$ , то изображение будет увеличенным (рис.1), если расстояниии  $2f < d$ , то уменьшенным (рис. 2). Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

Это можно сделать, измерив расстояния  $d$  от предмета до линзы и расстояния  $f$  от линзы до реального изображения на экране. Реальное перевернутое изображение на экране для собирающей линзы получается, если предмет

Рис. 1

Рис. 2

### **Проведение работы:**

1. Положить измерительную ленту вдоль середины стола и закрепить ее концы скотчем.
2. Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.  
**Лампочку включать только на время проведения эксперимента!**
3. Положить металлическую подставку под измерительную ленту на краю стола и установить на ней экран, так чтобы измерительная лента проходила под экраном.
4. Вам необходимо провести три эксперимента, так чтобы лампочка располагалась на трех различных расстояниях от экрана. Рекомендуемые расстояния  $\approx 20 - 25$  см,  $40 - 50$  см,  $90 - 100$  см. Поставить лампочку на определенном расстоянии от экрана и включить. Передвигая линзу по измерительной ленте до тех пор пока не будет получено резкое изображение светящейся перевернутой спирали лампочки.
5. Измерить расстояния  $d$  и  $f$ , как можно точнее, это важно для получения правильного результата. Данные занести в таблицу.

Номер опыта	<b>d</b> (от лампы до линзы), мм	<b>f</b> (от линзы до экрана), мм	<b>D</b> оптическая сила, дптр	Абс. погр. <b>ΔD</b>
1				
2				
3				

6. Рассчитать по формуле (1) оптическую силу  $D$ .
  7. Абсолютную погрешность  $ΔD$  измерения оптической силы линзы вычислить по формуле:  

$$\Delta D = \frac{\Delta d}{d^2} + \frac{\Delta f}{f^2}$$
, где  $\Delta d$  и  $\Delta f$  абсолютные погрешности измерения  $d$  и  $f$ . Эти погрешности составляют  $\Delta d = \Delta f = 1,5$  мм. (0,5 мм при определении положения спирали лампочки и плоскости экрана и 1 мм при определении оптического центра линзы).
  8. Отложить на оси значения  $D$  с интервалами погрешностей для всех трех измерений в масштабе  $D_1 - \Delta D_1 < D < D_1 + \Delta D_1$
- $D_2 - \Delta D_2 < D < D_2 + \Delta D_2$
- $D_3 - \Delta D_3 < D < D_3 + \Delta D_3$

9. Сделать вывод о справедливости или несправедливости формулы линзы в нашем случае:

---

10. Если формула не подходит для расчетов сдать работу и уйти домой.
11. В противном случае найти среднее арифметическое значение  $D_{cp}$ .

12. Затем вычислить среднюю арифметическую погрешность  $\Delta D_{cp}$  по формуле

$$\Delta D_{cp} = \frac{|D_1 - D_{cp}| + |D_2 - D_{cp}| + |D_3 - D_{cp}|}{3}$$

13. Найти относительную погрешность  $D$ :  $\varepsilon_D = \Delta D_{cp} \cdot 100\% / D_{cp}$ .

14. Найти среднее значение фокусного расстояния линзы:  $F_{cp} = 1/D_{cp}$

15. Так как относительная погрешность оптической силы линзы равна относительной погрешности определения фокусного расстояния:  $\varepsilon_D = \varepsilon_F$ , то абсолютная погрешность  $\Delta F = F_{cp} \cdot \varepsilon_D / 100\%$ .

16. Окончательно  $D = D_{cp} \pm \Delta D_{cp}$

## Лабораторно-практическое занятие № 11, 12

«Измерение длины световой волны»

«Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света»

**ЦЕЛЬ:** *опытным путем вычислить длину световой волны.*

**ОБОРУДОВАНИЕ:** дифракционная решетка, прибор для определения длины световой волны, источник света.

### Теория:

**Дифракционная решётка** — оптический прибор, действие которого основано на использовании явления дифракции света. Представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов (щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность. Первое описание явления сделал Джеймс Грегори, который использовал в качестве решётки птичьи перья. Расстояние, через которое повторяются штрихи на решётке, называют периодом дифракционной решётки. Обозначают буквой  $d$ .

Если известно число штрихов ( ), приходящихся на 1 мм решётки, то период решётки  $d$  находят по формуле:  $d = \sin \alpha = k * \lambda$ , мм.

где

$d$  — период решётки,

$\alpha$  — угол максимума данного цвета,

$k$  — порядок максимума, то есть порядковый номер максимума, отсчитанный от центра картинки,

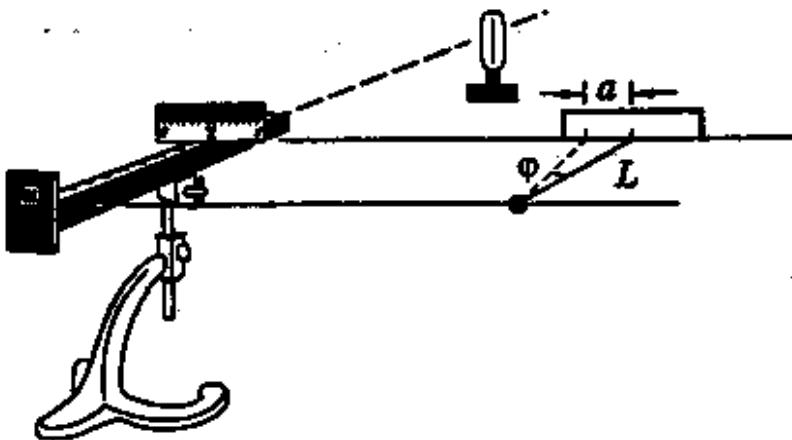
$\lambda$  — длина волны.

Условия интерференционных максимумов дифракционной решётки, наблюдавших под определёнными углами, имеют вид:

Если же свет падает на решётку под углом  $\theta$ , то:

$$d \{ \sin \alpha + \sin \theta \} = k\lambda$$

**Ход работы:**



1. Внимательно изучите дифракционную решётку. Запишите численное значение постоянной решётки  $d$ .
2. В соответствии с рисунком соберите измерительную установку.
3. Установите щель на расстоянии  $L=200$  мм от дифракционной решётки.
4. Определите расстояние  $a$  от середины щели до цветной полосы в миллиметрах (красный и фиолетовый).
5. Рассчитайте длину световой волны.  $D \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$ ,  $k=1$ , при малых углах  $\sin \varphi = \tan \varphi$ , тогда формула, по которой будем вычислять длину волны имеет вид:

$$\lambda = d * a / L$$

6. Заполните таблицу с полученными данными:

$L$ , мм	$a$ , см	$d$ , м	200

7. Сравните свой результат с табличным, и сделайте вывод к работе.

Красный  $(7,6-6,2)10^{-7}$  м Зеленый  $(5,6-5)10^{-7}$  м

Оранжевый  $(6,2-5,9)10^{-7}$  м Голубой  $(5-4,8)10^{-7}$  м

Желтый  $(5,9-5,6)10^{-7}$  м Синий  $(4,8-4,5)10^{-7}$  м

Фиолетовый  $(4,5-3,8)10^{-7}$  м

**ОТЧЁТ РАБОТЫ:**

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Дать определение дифракционной решётки.
4. Дать характеристику каждой физической величины, входящих в формулу дифракционной решётки.
5. Единицы измерения длины световой волны, периода дифракционной решётки.
6. Определение периода дифракционной решётки.

**Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2014 г.

### Лабораторная работа № 13.

#### **Тема: Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.**

**Цель работы:** Наблюдение сплошного и линейчатого спектров излучения ионизированных газов, выделение основного отличительного признака сплошного и линейчатого спектров.

**Оборудование:** высоковольтный индуктор, источник питания, стеклянная пластина со скошенными гранями, спектральные трубы с водородом, криpton, неоном, гелий, соединительные провода, лампа с вертикальной нитью накала, призма прямого зрения.



### **Теория**

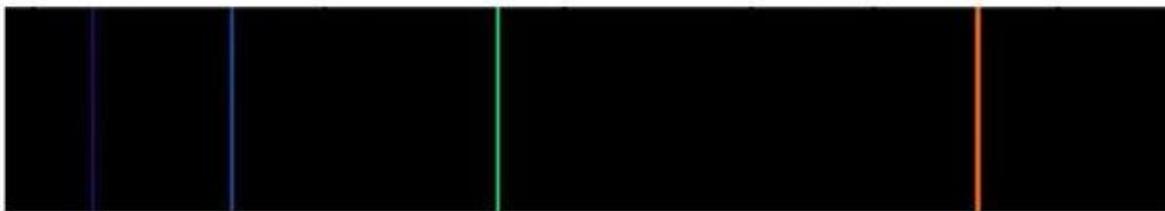
#### **Дневной свет**

Мы видим 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, сплошные спектры дают тела, находящиеся в твердом или жидкоком состоянии, а также сильно сжатые газы. Очередность цветов в спектре



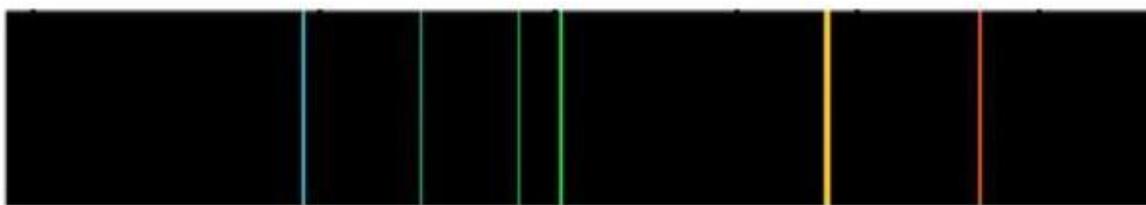
#### **Водород**

Водородный спектр: фиолетовый, голубой, зеленый, оранжевый. Наиболее яркой является оранжевая линия спектра.



Гелий

Спектр гелия: голубой, зеленый, желтый, красный. Наиболее яркой является желтая линия спектра.



Неон

Спектр неона: зеленый, желтый, оранжевый, красный. Наиболее яркой является красная линия.



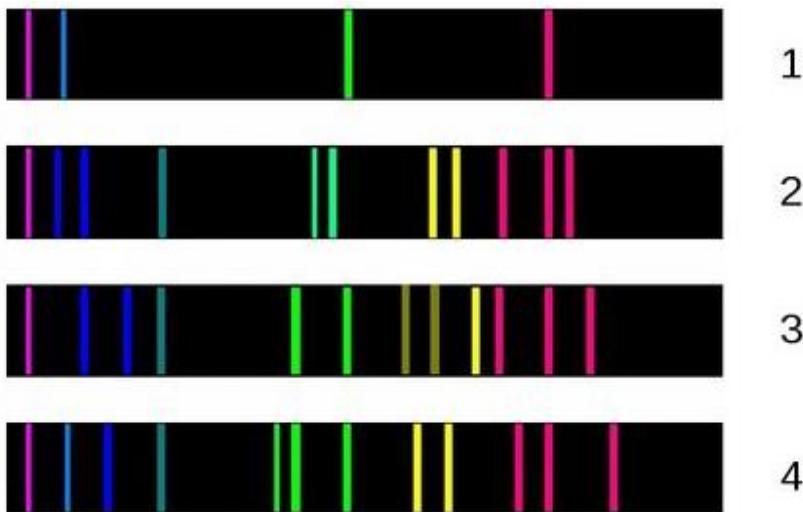
Криптон

Спектр криптона: синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый. Наиболее яркой является зеленая линия.

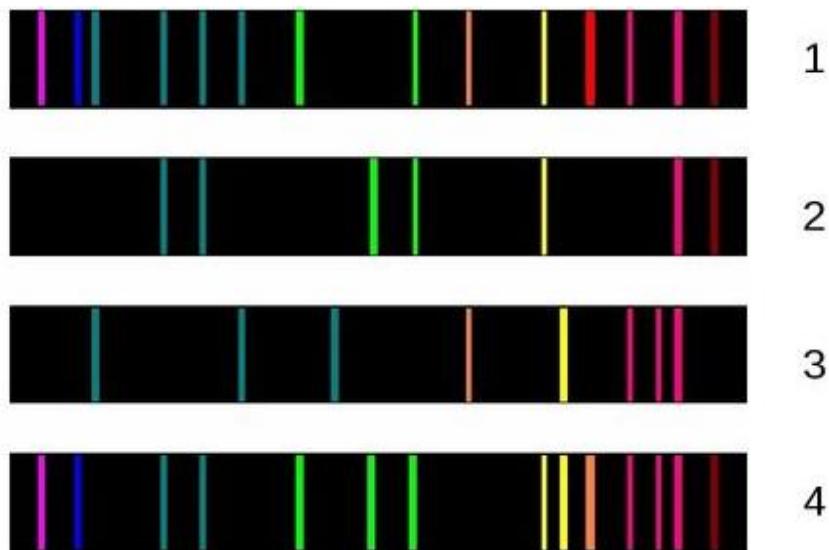


### **Ответьте на вопросы:**

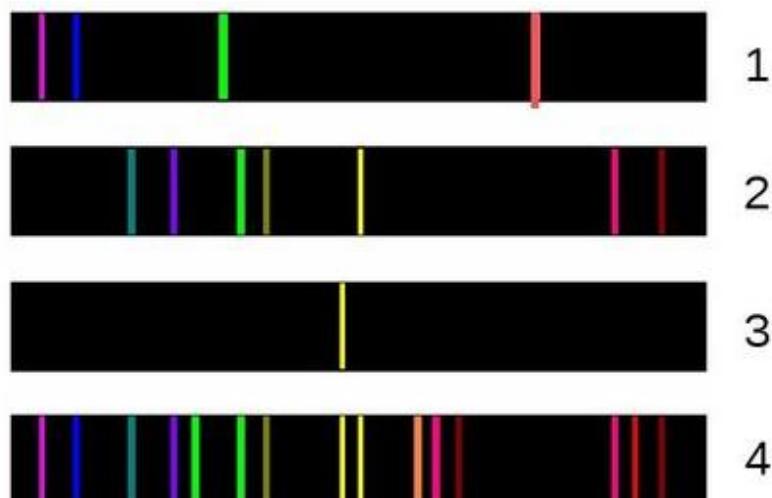
1. В составе какого химического соединения (спектры 2, 3, 4) содержится водород (спектр 1)?



**2. В какой смеси газов (спектры 1, 3, 4) содержится гелий (2)?**



**3. На рисунке изображены спектры излучения водорода (1), гелия (2), натрия (3). Какие из этих элементов содержаться в смеси веществ? (4)**



### **Ход работы:**

1. Расположить пластинку горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол  $45^0$ , наблюдать сплошной спектр.
2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности. Зарисовать наблюдаемые спектры, дать ему характеристику.
3. Повторить опыт, рассматривая сплошной спектр через грани, образующие угол  $60^0$ . Записать различия в виде спектров.
4. Наблюдать линейчатые спектры водорода, криптона, неона, гелия, рассматривая светящиеся спектральные трубы сквозь грани стеклянной пластины. Записать наиболее яркие линии спектров (наблюдать линейчатые спектры удобнее сквозь призму прямого зрения).
5. Запишите вывод по проделанной работе (все ли вещества в газообразном состоянии дают линейчатые спектры? Какова длина волн?).
6. Зарисуйте цветными карандашами несколько наблюдаемых вами спектров.
4. Направьте спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, установленную на демонстрационном столе, и рассмотрите её спектр. Зарисуйте наблюдаемый спектр.

Опишите, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.

5. Вставьте трубку с гелием 1 в держатель 2 прибора для зажигания спектральных трубки подключите прибор к источнику напряжения 3. Зажгите спектральную трубку и рассмотрите в спектроскоп 4 линейчатый спектр излучения гелия. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.
6. Повторите наблюдения со спектральной трубкой, наполненной другим газом. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.
7. Сравните полученные линейчатые спектры излучения с табличными спектрами излучения соответствующих газов. Сделайте выводы.

### **Дополнительные задания:**

1. Какой спектр представлен на рисунке?

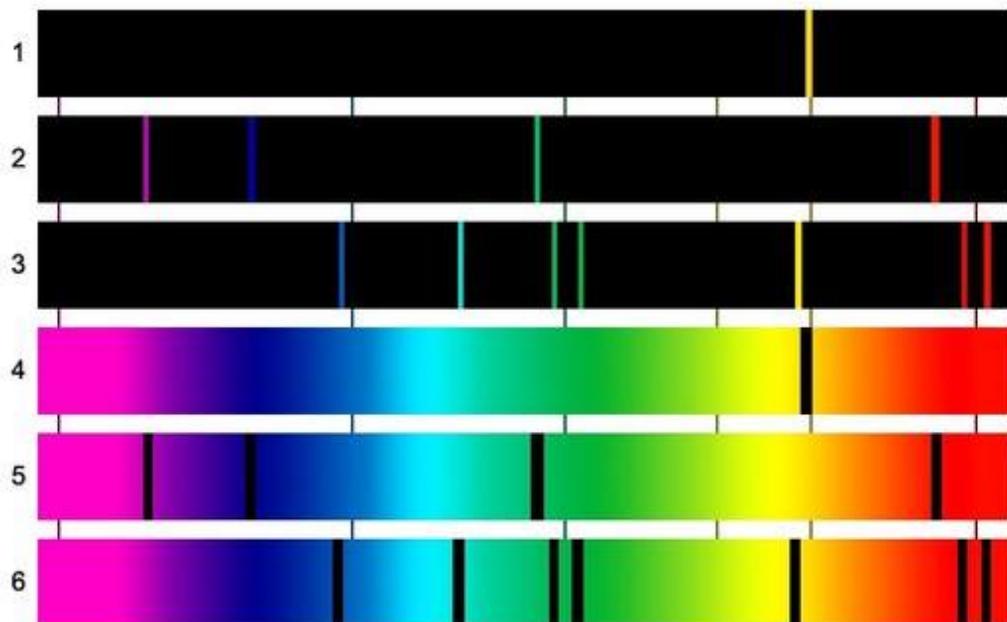


2. В каком агрегатном состоянии находится вещество на изображенном спектре?



3. Содержится ли в смеси газов (спектр 4):

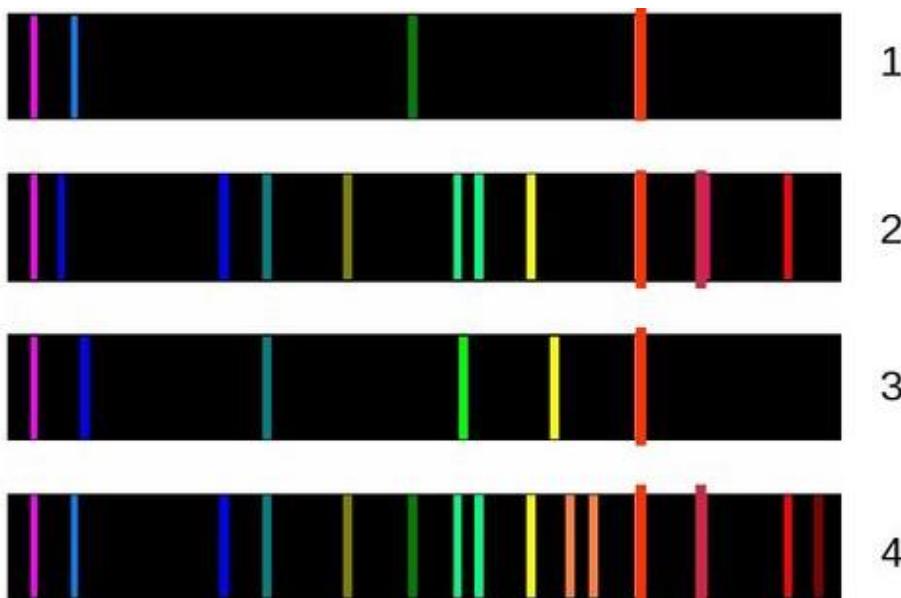
- а) натрий (спектр 1);
- б) водород (спектр 2);
- в) гелий (спектр 3)



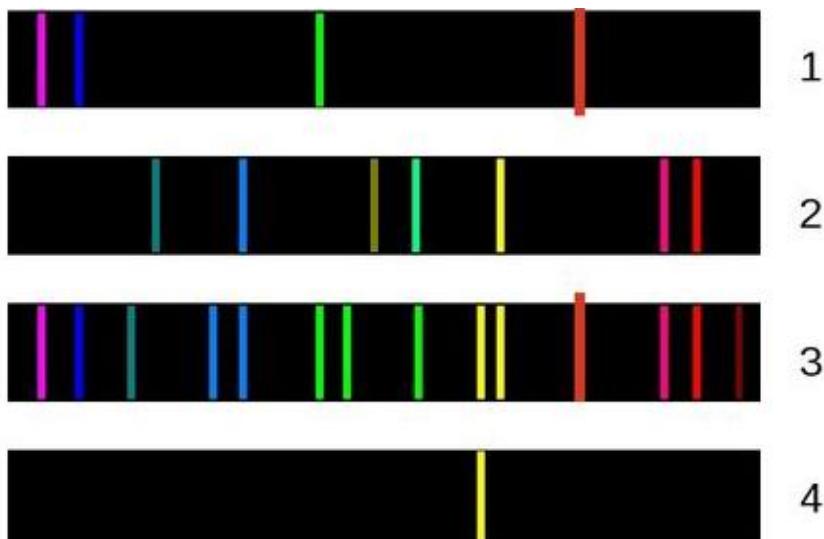
Спектры испускания: 1 - натрия; 2 - водорода; 3 - гелия.

Спектры поглощения: 4 - натрия; 5 - водорода; 6 - гелия.

4. В какой смеси газов (спектры 2, 3, 4) содержится водород (спектр 1)?



5. На рисунке изображены спектры излучения водорода (1), гелия (2), натрия (4). Какие из этих элементов содержаться в смеси веществ?



### **Контрольные вопросы**

1. Какие вещества дают сплошной спектр?
2. Какие вещества дают линейчатый спектр?
3. Объясните, почему отличаются линейчатые спектры различных газов.
4. Почему отверстие коллиматора спектроскопа имеет форму узкой щели? Изменится ли вид наблюдаемого спектра, если отверстие сделать в форме треугольника?

**Ответы для самопроверки:**

1. Зарисуйте цветными карандашами несколько наблюдаемых вами спектров.



4. Направьте спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, установленную на демонстрационном столе, и рассмотрите её спектр. Зарисуйте наблюдаемый спектр.



Опишите, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.

*ответ: Лампа накаливания даёт сплошной спектр, а люминесцентная лампа даёт линейчатый спектр.*

5. Вставьте трубку с гелием 1 в держатель 2 прибора для зажигания спектральных трубки подключите прибор к источнику напряжения 3. Зажгите спектральную трубку и рассмотрите в спектроскоп 4 линейчатый спектр излучения гелия. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

*ответ: Фиолетовый, зелёный, оранжевый, красный.*

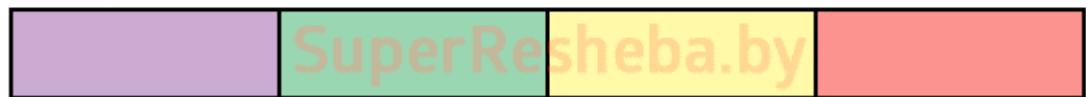


6. Повторите наблюдения со спектральной трубкой, наполненной другим газом. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

**Водород:**



**Неон:**



*ответ: Водород: фиолетовый, зелёный, красный.*

*Неон: фиолетовый, зелёный, оранжевый, красный.*

7. Сравните полученные линейчатые спектры излучения с табличными спектрами излучения соответствующих газов. Сделайте выводы.

*Вывод: Спектры практически не отличаются. Единственное отличие — фиолетовый цвет переливается с голубым.*

### **Ответы на контрольные вопросы**

#### **1. Какие вещества дают сплошной спектр?**

*ответ: Нагретые тела, находящиеся в твёрдом и жидкоком состоянии, газы при высоком давлении и плазма.*

#### **2. Какие вещества дают линейчатый спектр?**

*ответ: Те вещества, у которых слабое взаимодействие между молекулами, например достаточно разряжённые газы. Также линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомном состоянии.*

#### **3. Объясните, почему отличаются линейчатые спектры различных газов.**

*ответ: При нагревании часть молекул газа распадаются на атомы, излучаются кванты с различными значениями энергии, от чего и зависит цвет.*

#### **4. Почему отверстие коллиматора спектроскопа имеет форму узкой щели? Изменится ли вид наблюдаемого спектра, если отверстие сделать в форме треугольника?**

*ответ: Отверстие имеет форму узкой щели для создания картинки. Если отверстие сделать треугольным, то линейчатый спектр станет треугольным и размытым.*

*Выводы: сплошные спектры дают тела в твердом или жидкоком состоянии, а также сильноосжатые газы. Линейчатые спектры дают вещества в атомарном газообразном состоянии.*

### **Лабораторная работа № 14.**

**Тема:** Изучение треков заряженных частиц.

**Цель:** установить тождество заряженной частицы по результатам сравнения ее трека с треком протона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле.

**Оборудование:** Готовая фотография двух треков заряженных частиц. I трек – протон, II – частица, которую необходимо идентифицировать; треугольник или линейка с ценой деления 1 мм/дел; циркуль; лист прозрачной бумаги; карандаш.

**Описание работы:** Работа проводится с готовой фотографией треков двух заряженных частиц (один принадлежит протону, другой частице, которую надо идентифицировать). Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона. Отношение удельных зарядов обратно пропорционально отношению радиусов треков:

$$\frac{q_1/m}{q_2/m} = \frac{R_1}{R_2}$$

Для измерения радиуса кривизны трека вычерчивают две хорды и восстанавливают к ним перпендикуляры из центров хорд. Центр окружности лежит на пересечении этих перпендикуляров.

Расчетные формулы:

Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона. Это можно сделать, измерив радиус кривизны треков на начальных участках и сравнив их.

Для заряженной частицы, движущейся перпендикулярно вектору индукции магнитного поля, можно записать:

$$qBv = \frac{mv^2}{R} \text{ или } \frac{q}{m} = \frac{v}{BR}.$$

Отсюда видно, что отношение удельных зарядов частиц равно обратному отношению радиусов треков.



Радиус трека определяется следующим образом: вычерчивают как на рисунке две хорды и восставляют к ним в их серединах перпендикуляры. На их пересечении лежит центр окружности. Измеряют их линейкой.

Спецификация измерительного прибора:

Наименование	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная погрешность
линейка	50 см	1 мм	0,5 мм

### Материал для справок:

Удельный заряд электрона:  $1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ .

Удельный заряд протона:  $0,96 \cdot 10^8 \text{ Кл/кг}$ .

Удельный заряд альфа-частицы:  $0,5 \cdot 10^8 \text{ Кл/кг}$ .

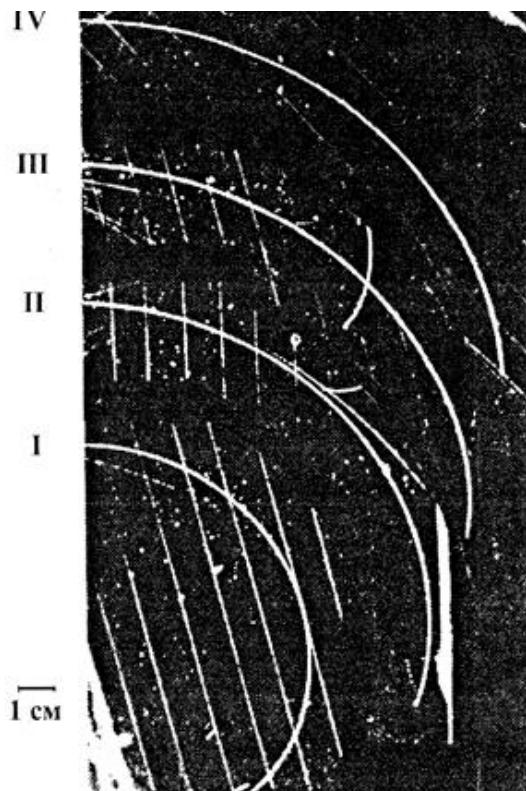
Формула погрешности удельного заряда:

$$\Delta \frac{q}{m} = \frac{\Delta r_1}{r_1} + \frac{\Delta r_2}{r_2},$$

где  $\Delta r_1, \Delta r_2$  – абсолютная погрешность прибора,  $r_1, \Delta r_2$  – радиусы треков.

## ХОД РАБОТЫ

1. Рассмотрите фотографии треков. Трек I принадлежит протону, треки II, III и IV - частицам, которые нужно идентифицировать. Вектор индукции магнитного поля перпендикулярен к плоскости фотографии и равняется 2,17 Тл. Начальные скорости всех частиц одинаковы и перпендикулярны к направлению магнитному волю.



2. Наложите на фотографию лист прозрачной бумаги и перенесите на него треки.
3. Для каждого трека проведите две хорды и в их серединах поставьте перпендикуляры. На пересечении перпендикуляров лежат центры кругов.
4. Измерьте радиусы кривизны треков частиц, перенесенных на бумагу, на их начальных участках. Объясните, почему траектории частиц являются дугами кругов. Какая причина разницы в кривизне траекторий разных ядер? Объяснение запишите в тетрадь.
5. Измерьте радиусы кривизны в начале и в конце одного из треков. Объясните почему кривизна траектории каждой частицы изменяется от начала до конца пробега частицы?
6. Объясните причины отличия в толщине треков разных ядер. Почему трек каждой частицы толще в конце пробега, чем в начале? Объяснение запишите в тетрадь.

$\frac{q}{m}$

7. Сравните удельные заряды  $\frac{q}{m}$  частицы III и протона I, зная, что начальные скорости частицы и протона одинаковы. Отношение удельных зарядов частиц обратно к отношению радиусов их траекторий, так как.

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{B \cdot R}$$

8. Идентифицируйте частицу III по результатам исследования.
9. Другие треки принадлежат ядрам дейтерия и трития. Выясните, какому именно ядру принадлежит трек II и IV?

Таблица результатов измерений:

Трек №	Радиус, $r$ , мм
1.	
2.	

$$\Delta \frac{q}{m} = \frac{0,5}{m} + \frac{0,5}{m},$$

$$\frac{q}{m} = \frac{q}{m} \text{ эксп.} \pm \Delta \frac{q}{m}$$

#### 10. Вывод по проделанной работе:

Проведя идентификацию заряженной частицы методом сравнения ее трека с треком протона, мы определили, что данная частица является \_\_\_\_\_ (полученный результат).

#### *Содержание отчета*

1. Оформить отчёт в тетради для лабораторно-практических работ, где указать:
  - a. номер и название лабораторной работы.
  - b. цель занятия.
2. Сформулировать задание на ЛПЗ.
3. Привести краткие теоретические сведения
4. Кратко описать порядок выполнения задания.
5. Сделать вывод

### **Лабораторная работа № 15.**

#### **Тема: Моделирование радиоактивного распада.**

**Цель:** Проверить закон радиоактивного распада и построить график распада.  
**Оборудование:** Монетки, банка, поднос.

#### **Последовательность выполнения работы**

1. Отсчитай начальное количество монет  $N_0=128$ , перемешай их в банке и высыпь на поднос. Посчитай число монет, что «не распались», сложи их в банку, перемешай, высыпь на поднос и снова посчитай число монет что «не распались». Опыт проведите 10 раз.
2. Заполни таблицу.

Повтори серию бросков дважды, начиная всегда с  $N_0=128$

3. Построй график зависимости  $N(n)$ , какой соответствует формуле:  
 $N=N_0; N=N_0$   
Разным сериям могут соответствовать разные цвета. Подберите удобный масштаб.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа?  
Почему?
2. Почему закон радиоактивного распада есть статистическим?
3. Вывод:

#### **Проверочные ответы на контрольные вопросы:**

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа?  
Почему?

Период на полураспаде радиоактивного элемента – это время, на протяжении которого распадается половина радиоактивных атомов. Например, есть 100 радиоактивных атомов. В элемента с периодом на полураспаде 1 суток за сутки распадается 50 атомов, и уцелеет 50 атомов. В элементе с периодом до полураспада 1 час 50 атомов распадутся за 1 час. Элемента с периодом на полураспаде 1 суток.

2. Почему закон радиоактивного распада есть статистическим?

Закон радиоактивного распада есть статистическим. Он выполняется для большого количества атомов. Кроме того, предусматривать, какие самые атомы распадаются, невозможно. Можно только указать, какая часть (или сколько процентов) радиоактивных атомов распадается.

3. Вывод: