

РОСЖЕЛДОР  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ростовский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО РГУПС)  
Волгоградский техникум железнодорожного транспорта  
(ВТЖТ – филиал РГУПС)

---

Н.М. Тезикова

**Дисциплина Физика**

рабочая тетрадь для студентов 1-го курса специальностей  
13.02.07 Электроснабжение (по отраслям);  
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных  
Дорог;  
27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте  
(железнодорожном транспорте);  
08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Рабочая тетрадь для студентов 1-го курса. Н.М.Тезикова; ВТЖТ – филиал  
ФГБОУ ВО РГУПС.- Волгоград

Предназначено для студентов специальностей

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям),  
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных  
дорог,  
27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте  
(железнодорожном транспорте),  
08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Одобрено к изданию учебно-методическим советом ВТЖТ – филиала ФГБОУ  
ВО РГУПС.

## Содержание

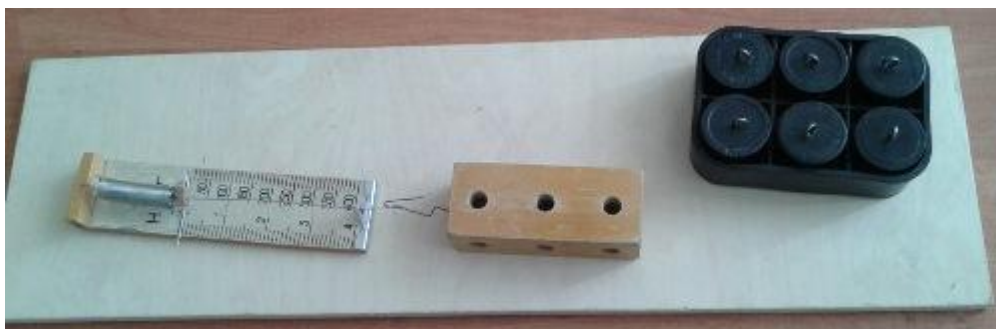
| Наименование лабораторной работы                                                                                                                                                         | стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Лабораторная работа № 1<br>«Исследование движения тела под действием постоянной силы<br>Изучение особенностей силы трения».                                                              | 4    |
| Лабораторная работа № 2<br>«Изучение закона сохранения импульса<br>изучение законов сохранения на примере удара шаров и<br>баллистического маятника»                                     | 8    |
| Лабораторная работа № 3<br>«Сохранение механической энергии при движении тела<br>под действием сил тяжести и упругости. Сравнение работы силы с<br>изменением кинетической энергии тела» | 11   |
| Лабораторная работа № 4<br>«Измерение влажности воздуха»                                                                                                                                 | 13   |
| Лабораторная работа № 5<br>«Измерение поверхностного натяжения жидкости. Изучение<br>особенностей теплового расширения воды»                                                             | 14   |
| Лабораторная работа № 6<br>«Наблюдение процесса кристаллизации. Изучение деформации<br>растяжения. Изучение теплового расширения твердых тел.»                                           | 16   |
| Лабораторная работа № 7<br>«Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного<br>и параллельного соединения проводников»                                                           | 17   |
| Лабораторная работа № 8<br>«Изучение закона Ома для полной цепи. Определение ЭДС<br>и внутреннего сопротивления источника напряжения.»                                                   | 20   |
| Лабораторная работа № 9<br>«Определение температуры нити<br>лампы накаливания. Определение коэффициента<br>полезного действия электрического чайника.»                                   | 22   |
| Лабораторная работа № 10<br>«Изучение явления электромагнитной индукции.»                                                                                                                | 25   |
| Лабораторная работа № 11<br>«Изучение зависимости периода колебаний нитяного<br>(или пружинного) маятника от длины нити (или от массы тела).»                                            | 27   |
| Лабораторная работа № 12<br>«Индуктивные и емкостное сопротивления в цепи<br>переменного тока.»                                                                                          | 30   |
| Лабораторная работа № 13<br>«Изучение изображения предметов в тонкой линзе.»                                                                                                             | 34   |
| Лабораторная работа № 14<br>«Наблюдение интерференции и дифракции света.»                                                                                                                | 39   |
| Лабораторная работа № 15<br>«Градировка спектро스코па и определение длины волны<br>спектральных линий.»                                                                                    | 42   |
| Список использованных источников                                                                                                                                                         | 45   |

## Лабораторная работа № 1 «Исследование движения тела под действием постоянной силы. Изучение особенностей силы трения»

### Цель работы:

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

**Приборы и материалы:** динамометр, деревянный брусок, деревянная линейка или деревянная плоскость, набор грузов по 50г и 100 г.



### Теория

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

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

Возникновение силы трения объясняется **двумя причинами**:

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

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

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

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

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

### Ход работы

1. Определите цену деления шкалы динамометра.



2. Определите массу бруска. Подвесьте брусок к динамометру, показания динамометра - это вес бруска. Для нахождения массы бруска разделите вес на  $g$ . Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз 50г или 100 г.

3. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тяните его вдоль линейки. Запишите показания динамометра, это и есть величина силы трения скольжения.

4. Добавьте второй, третий, четвертый грузы, каждый раз измеряя силу трения. С увеличением числа грузов растет сила нормального давления.

5. Результаты измерений занесите в таблицу.

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

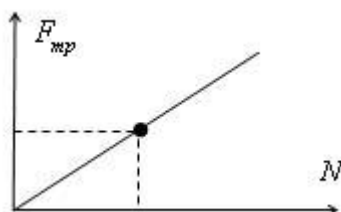
|   |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |

6. Сделайте вывод: зависит ли сила трения скольжения от силы нормального давления, и если зависит, то как?

7. В каждом опыте рассчитать коэффициент трения по формуле:  $\mu = \frac{F_{тр}}{N}$ . Принять  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

Результаты расчётов занести в таблицу.

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



Полученный график:

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

**Контрольные вопросы.**

1. Какие три вида сил вы знаете? Что называется силой трения? Запишите формулу, в какой единице измерения она измеряется?

---

---

2. Какова природа сил трения?

---

---

3. Назовите основные причины, от которых зависит сила трения?

---

---

4. Перечислите виды трения.

---

---

5. Можно ли считать явление трения вредным? Почему?

---

---

**Вывод:**

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА.  
ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УДАРА ШАРОВ И БАЛЛИ-  
СТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА»**

**Цель работы:**

Экспериментальная проверка закона сохранения импульса при центральном ударе шаров; определение величины потери энергии при центральном неупругом ударе шаров

**Оборудование:** Баллистический маятник

Удар называется центральным, если шары до удара движутся вдоль прямой, проходящей через их центры. Существуют два предельных вида ударов: абсолютно упругий удар и абсолютно неупругий удар.

*Абсолютно упругим ударом* называется такой удар, при котором механическая энергия не переходит в другие виды энергии. При таком ударе кинетическая энергия полностью переходит в потенциальную энергию упругой деформации. Затем тела принимают первоначальную форму, отталкиваясь друг от друга. Потенциальная энергия упругой деформации вновь полностью переходит в кинетическую. При абсолютно упругом ударе выполняются *закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии.*

$$\begin{cases} m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \\ \frac{m_1 v_{10}^2}{2} + \frac{m_2 v_{20}^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \end{cases}, \quad (1)$$

где  $m_1, m_2$  – массы шаров;  $\vec{v}_{10}, \vec{v}_{20}$  – скорости шаров до удара;  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  – скорости шаров после удара.

При *центральном ударе* скорости шаров после удара будут направлены вдоль той же прямой, вдоль которой двигались центры до удара. Решая систему (1), определяем скорости шаров после удара:

$$\vec{v}_1 = \frac{2 \cdot m_2 \cdot \vec{v}_{20} + (m_1 - m_2) \vec{v}_{10}}{m_1 + m_2}, \quad \vec{v}_2 = \frac{2 \cdot m_1 \cdot \vec{v}_{10} + (m_2 - m_1) \vec{v}_{20}}{m_1 + m_2}. \quad (2)$$

Для численных расчетов нужно спроецировать соотношение (2) на ось, вдоль которой движутся шары.

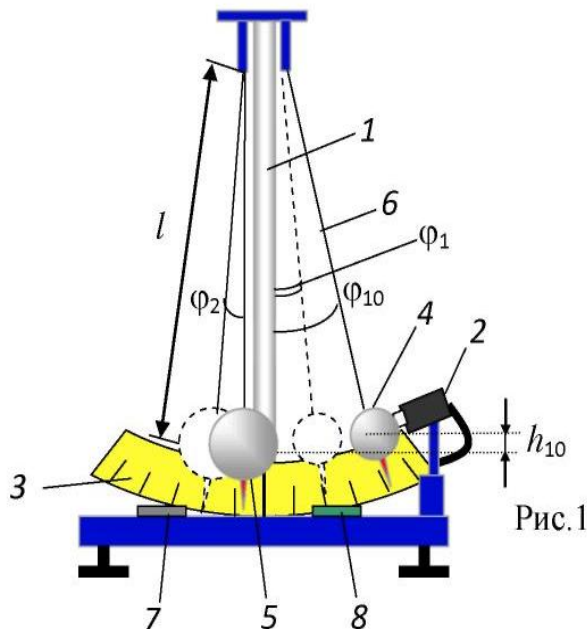


Рис. 1

Общая схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

В задаче используются два шара 4 и 5 массами  $m_1$ ,  $m_2$ , изготовленные из одного материала (рис. 1). Если один из шаров вывести из положения равновесия, отклонив на угол  $\varphi_{10}$ , соответствующий высоте  $h_{10}$ , то после соударения шаров их отклонение от положения равновесия будет составлять углы  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Высота подъема каждого шара (см. рис.1)

$$h = l(l - \cos \varphi) = 2l \sin^2 \frac{\varphi}{2}, \quad (7)$$

где  $\varphi$  – угол отклонения шара от положения равновесия;  $l$  – длина нити.

Таким образом, скорость до и после соударения можно вычислить по максимальной высоте подъема шаров

$$v = \sqrt{2gh} = 2\sqrt{gl} \cdot \sin(\varphi/2). \quad (11)$$

II

### Порядок выполнения работы

1. Установить шары массой  $m_1$  и  $m_2$  в положение равновесия.
2. Отклонить шар  $m_1$  на угол  $\varphi_1$ .
3. Отпустить шар  $m_1$ , измерить углы отклонения  $\varphi_2$  шара  $m_2$  и  $\varphi_1$  шара  $m_1$  после удара.
4. Для выбранного угла  $\varphi_{10}$  провести измерения углов не менее 7 раз. Результаты измерений углов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  занести в таблицу 1.

Таблица 1.

|                                                   |   |   |   |   |   |   |   |         |
|---------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| Массы шаров: $m_1 =$ кг; $m_2 =$ кг               |   |   |   |   |   |   |   |         |
| Угол отклонения $\phi_1 =$ ; длина нитей $l =$ м. |   |   |   |   |   |   |   |         |
| № измерения                                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Среднее |
| $\phi_1$                                          |   |   |   |   |   |   |   |         |
| $\phi_2$                                          |   |   |   |   |   |   |   |         |

5. Для каждого из измеренных углов таблицы 1. из соотношения (11) рассчитать соответствующую величину скорости. Средние значения скоростей  $v_{10}$ ,  $v_1$ ,  $v_2$  занести в таблицу 2;

Вычислить потерю энергии  $\Delta W$ .

Таблица 2.

|                |                |             |             |                 |
|----------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|
| $v_{10}$ , м/с | $v_{20}$ , м/с | $v_1$ , м/с | $v_2$ , м/с | $\Delta W$ , Дж |
|                |                |             |             |                 |

### 1. Ответьте на вопросы:

.Дайте определения импульса тела и импульса системы тел. Запишите формулу.

---



---



---

Сформулируйте закон сохранения импульса. Запишите формулу.

---



---



---

Какой удар называется абсолютно упругим? Абсолютно неупругим? Примеры.

---



---



---

### Вывод

---



---



---

|                 |             |        |               |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|                 |             |        |               |

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «СОХРАНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ И УПРУГОСТИ. СРАВНЕНИЕ РАБОТЫ СИЛЫ С ИЗМЕНЕНИЕМ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТЕЛА.»**

**Цель:** научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и упругодеформированной пружины, сравнивать два значения потенциальной энергии системы.

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

#### **Подготовительные вопросы:**

1. Напишите определение, обозначение, направление, единицы измерения силы тяжести в СИ

---

---

2. Напишите определение, обозначение, направление, единицы измерения силы упругости в СИ

---

---

---

3. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Запишите формулу.

---

---

---

---

#### **Порядок выполнения работы**

1. Соберите установку по рис.1.
2. Фиксатор 2 – пластину из пробки, надрезают ножом до середины и насаживают на проволочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с малым трением.
3. Проверьте работу фиксатора: установите фиксатор в нижней части проволочного стержня вплотную к ограничительной скобе динамометра. Растяните пружину динамометра до упора. Отпустите стержень. При этом фиксатор вместе со стержнем поднимается вверх, отмечая максимальное удлинение пружины.
4. Привяжите груз к нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза  $F_1 = mg$  (можно использовать массу груза, если она известна).
5. Измерьте расстояние  $l$  от крючка динамометра до центра тяжести груза.
6. Поднимите груз до высоты крючка динамометра и отпустите его. Поднимая груз, расслабьте пружину и укрепите фиксатор около ограничительной скобы.
7. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение пружины  $\Delta l$ .
8. Растяните рукой пружину до соприкосновения фиксатора с ограничительной скобой и отсчитайте по шкале максимальное значение модуля силы упругости пружины. Среднее значение силы упругости равно  $F/2$ .

Рис.1

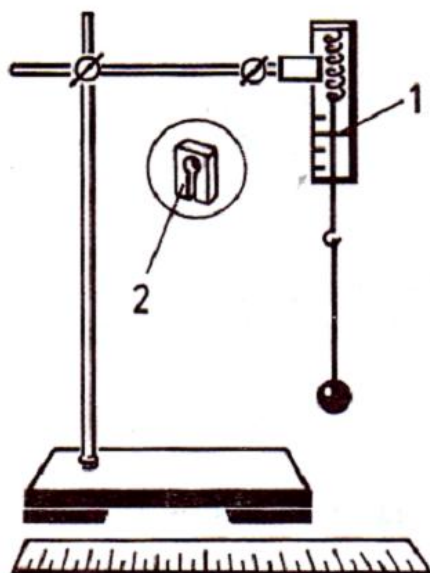


Рис.1.

9. Найдите высоту падения груза:  $h = l + \Delta l$ .

10. Вычислите потенциальную энергию системы в первом положении груза, т.е. перед началом падения, приняв за нулевой уровень значение потенциальной энергии груза в конечном его положении:  $E_p = mgh = F_1(l + \Delta l)$ .

11. В конечном положении груза его потенциальная энергия равна нулю.

Потенциальная энергия системы в этом состоянии определяется лишь энергией упругодеформированной пружины:

Вычислите ее.

12. Результаты измерений и вычислений внесите в таблицу:

| $F_1 = mg$ | $l$ | $\Delta l$ | $F$ | $h = l + \Delta l$ | $E_p' =$<br>$F_1(l + \Delta l).$ | $E_{\text{п}} = \frac{F \cdot \Delta l}{2}$ |
|------------|-----|------------|-----|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|
|            |     |            |     |                    |                                  |                                             |
|            |     |            |     |                    |                                  |                                             |
|            |     |            |     |                    |                                  |                                             |
|            |     |            |     |                    |                                  |                                             |

### **ВЫВОД:**

(сравните значения потенциальной энергии в первом и во втором состояниях системы)

---



---



---



---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 «ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА»

**Цель:** измерить относительную влажность воздуха при помощи термометра.

**Оборудование:** термометр лабораторный (до 100 С), кусочек марли или ваты, сосуд с водой комнатной температуры, психрометрическая таблица.

Подготовительные вопросы:

1. Что называют относительной влажностью воздуха?

---

---

2. Как рассчитать относительную влажность воздуха? Запишите формулы

---

---

3. С помощью каких приборов определяют влажность воздуха?

---

---

### **Порядок выполнения работы**

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

2. Смочите кусочек марли или ваты в стакане с водой и оберните им резервуар термометра.

Подержите влажный термометр некоторое время в воздухе. Как только понижение температуры прекратится, запишите его показания:  $t_{\text{вл}}$

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

4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

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

**Вывод:**

---

---

Контрольные вопросы:

1. Почему температура «влажного» термометра ниже, чем «сухого»?

---

---

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

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 «ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ ВОДЫ»

**Цель работы:** измерить средний диаметр капилляров.

**Оборудование:** сосуд с подкрашенной водой, полоска фильтровальной бумаги размером 120 x 10 мм, полоска хлопчатобумажной ткани размером 120 x 10 мм, линейка измерительная.

### Содержание работы.

Смачивающая жидкость втягивается внутрь капилляра. Подъем жидкости в капилляре происходит до тех пор, пока результирующая сила, действующая на жидкость вверх,  $F_B$  не уравнивается силой тяжести  $mg$  столба жидкости высотой  $h$ :

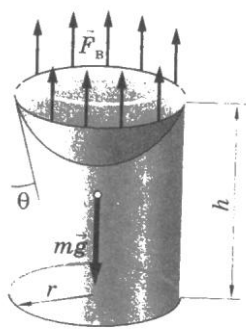
$$F_B = mg.$$

По третьему закону Ньютона сила  $F_B$ , действующая на жидкость, равна силе поверхностного натяжения  $F_{\text{пов}}$ , действующей на стенку капилляра по линии соприкосновения её с жидкостью:

$$F_B = F_{\text{пов}}.$$

Таким образом, при равновесии жидкости в капилляре (рисунок 1)

$$F_{\text{пов}} = mg. (1)$$



Будем считать, что мениск имеет форму полусферы, радиус которой  $r$  равен радиусу капилляра. Длина контура, ограничивающего поверхность жидкости, равна длине окружности:

$$l = 2\pi r.$$

Тогда сила поверхностного натяжения равна:

$$F_{\text{пов}} = \sigma 2\pi r, (2)$$

где  $\sigma$  – поверхностное натяжение жидкости.

Масса столба жидкости объемом  $V = \pi r^2 h$  равна:

$$m = \rho V = \rho \pi r^2 h. (3)$$

Подставляя выражение (2) для  $F_{\text{пов}}$  и массы (3) в условие равновесия жидкости в капилляре, получим

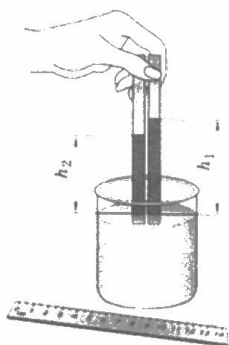
$$\sigma 2\pi r = \rho \pi r^2 h g,$$

откуда диаметр капилляра

$$D = 2r = 4\sigma / \rho g h. (4)$$

### Порядок выполнения работы.

1. Полосками фильтровальной бумаги и хлопчатобумажной ткани одновременно прикоснитесь к поверхности подкрашенной воды в стакане (рисунок 2), наблюдая поднятие воды в полосках.
2. Как только прекратится подъем воды, полоски выньте и измерьте линейкой высоты  $h_1$  и  $h_2$  поднятия в них воды.



3. Абсолютные погрешности измерения  $\Delta h_1$  и  $\Delta h_2$  принимают равными удвоенной цене деления линейки.

$$\Delta h_1 = 2 \text{ мм}; \quad \Delta h_2 = 2 \text{ мм}.$$

4. Рассчитайте диаметр капилляров по формуле (4).

$$D_1 = 4\sigma / \rho g h_1$$

$$D_2 = 4\sigma / \rho g h_2.$$

$$\text{Для воды } \sigma \pm \Delta\sigma = (7,3 \pm 0,05) \times 10^{-2} \text{ Н/м}.$$

5. Рассчитайте абсолютные погрешности  $\Delta D_1$  и  $\Delta D_2$  при косвенном измерении диаметра капилляров.

$$\Delta D_1 = D_1(\Delta\sigma / \sigma + \Delta h_1 / h_1);$$

$$\Delta D_2 = D_2(\Delta \sigma / \sigma + \Delta h_2 / h_2).$$

Погрешностями  $\Delta g$  и  $\Delta \rho$  можно пренебречь.

6. Окончательный результат измерения диаметра капилляров представьте в виде

| №<br>п/<br>п | h1 | h2 | $\Delta h_1$ | $\Delta h_2$ | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> ± $\Delta D_1$ | D <sub>2</sub> ± $\Delta D_2$ |
|--------------|----|----|--------------|--------------|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
|              |    |    |              |              |                |                |                               |                               |
|              |    |    |              |              |                |                |                               |                               |

Вычисления:

---

---

---

---

---

---

---

---

### **ВЫВОД**

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое жидкость? Запишите определение поверхностного натяжения.

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Запишите определения смачивания и капиллярности.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Запишите формулу высоты подъема жидкости в капилляре, опишите все величины.

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Как зависит высота подъема жидкости в капилляре от радиуса капилляра? Запишите примеры капилляров?

---

---

---

---

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6: «НАБЛЮДЕНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ. ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ РАСТЯЖЕНИЯ. ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ. »**

**Цель работы:** вырастить кристалл из поваренной соли

**Оборудование:** вода, стакан, поваренная соль, нить

### **Ход работы**

Перейдем непосредственно к выращиванию кристалла из соли. Для начала сделаем раствор соли. Для этого налейте воды (лучше дистиллированной) в любую небольшую ёмкость и поставьте его в емкость побольше, в которой также находится вода, но теплая, градусов 50-60. Такую температуру легко выставить на некоторых моделях электрических чайников. Тем, у кого такого чудо-чайника нет, можно порекомендовать смешать одну часть необходимого объема только что вскипевшей воды и две части воды комнатной температуры. Это и будет примерно 50-60 градусов. Затем насыпаем соль в маленькую емкость и, помешав, оставляем минут на 5. За это время емкость с водой нагреется, а соль полностью растворится. Затем добавляем еще соли, снова перемешиваем и оставляем до полного растворения. Эту процедуру нужно продолжать до тех пор пока соль не перестанет растворяться в воде. То, что мы получили называется насыщенный раствор соли. Осторожно переливаем насыщенный раствор в такую же по объему емкость. Следите за тем, чтобы нерастворившаяся соль не попала в новую емкость.

Теперь в пакете с солью выберите кристаллик покрупнее и осторожно положите на дно емкости с насыщенным солевым раствором. Основная работа закончена — теперь только ждать! Через пару дней вы заметите рост кристалла, и наш кристалл с каждым днем будет все больше и больше увеличиваться!

**Совет!** Чтобы убыстрить процесс, через несколько дней достаньте увеличившийся кристалл из раствора. Приготовьте насыщенный раствор соли заново и опустите туда наш кристалл. Так он будет расти гораздо быстрее!



### **ВЫВОД:**

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ»

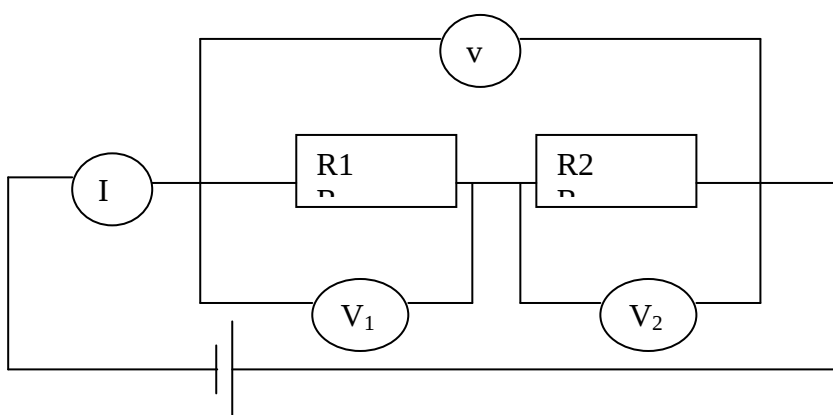
**Цель работы:** определить общее сопротивление двух последовательно соединенных проволочных резисторов, определить общее сопротивление двух параллельно соединенных проволочных резисторов.

**Оборудование:** вольтметры, амперметры, 2 реостата, соединительные провода, резисторы, источник питания

### Порядок выполнения работы:

#### Задание1. Изучение последовательного соединения проводников

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



3. Запишите показания амперметра и трех вольтметров.
4. Используя закон Ома для участка цепи

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

рассчитайте сопротивление:

- ✓ сопротивление первого резистора  $R_1 = \frac{U_1}{I}$
- ✓ сопротивление второго резистора  $R_2 = \frac{U_2}{I}$
- ✓ общее сопротивление цепи по двум формулам

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{и} \quad R = R_1 + R_2$$

5. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

| U, В | U <sub>1</sub> , В | U <sub>2</sub> , В | I, А | R <sub>1</sub> ,<br>Ом | R <sub>2</sub> ,<br>Ом | $R = \frac{U}{I}$ ,<br>Ом | $R = R_1 + R_2$ ,<br>Ом |
|------|--------------------|--------------------|------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
|      |                    |                    |      |                        |                        |                           |                         |

6. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод

---



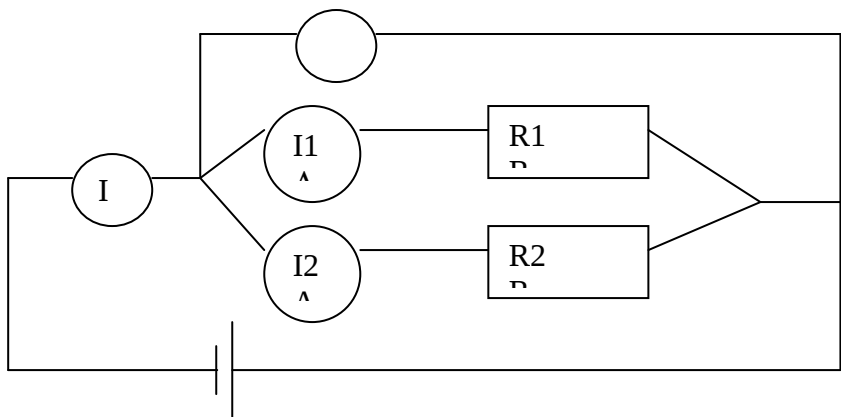
---



---

**Задание2.** Изучение параллельного соединения проводников

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



3. Запишите показания трех амперметров и вольтметра.
4. Используя закон Ома для участка цепи

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

рассчитайте сопротивление:

✓ 1 участка  $R_1 = \frac{U}{I_1}$

✓ 2 участка  $R_2 = \frac{U}{I_2}$

✓ общее сопротивление по двум формулам

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{и} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

5. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

| I, A | I <sub>1</sub> , A | I <sub>2</sub> , A | U, В | R <sub>1</sub> ,<br>Ом | R <sub>2</sub> ,<br>Ом | $R = \frac{U}{I}$ ,<br>Ом | $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ ,<br>Ом |
|------|--------------------|--------------------|------|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
|      |                    |                    |      |                        |                        |                           |                                               |

6. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод.

### **Вычисления и выводы**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Контрольные вопросы:**

1. Запишите закон Ома для участка цепи. Подпишите все величины. В каких единицах измерения измеряются данные величины?

---

---

---

---

2. Запишите формулу для расчета общего сопротивления цепи при последовательном , а потом при параллельном соединении трех проводников.

---

---

---

---

3. Как необходимо подключать в цепь амперметр и вольтметр?

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ.  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭДС И ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА НА-  
ПРЯЖЕНИЯ.»**

**Цель работы:** определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

**Оборудование:** источник питания, ключ, амперметр, вольтметр, соединительные провода, реостат.

**Порядок выполнения работы:**

1. Собрать цепь как показано на рисунке:

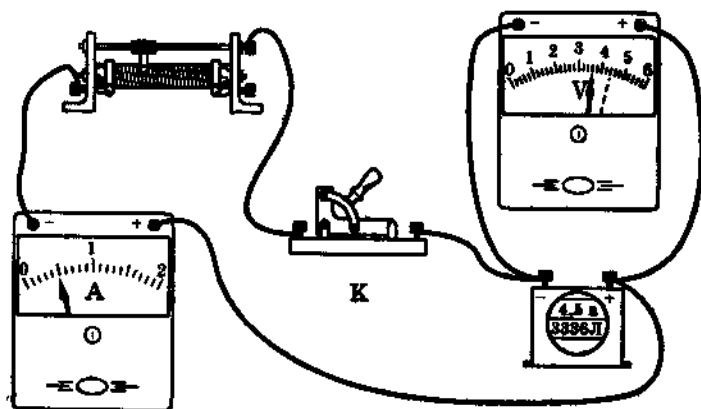


Рис. 50

1. Начертите схему работы.
2. При разомкнутой цепи вольтметр, подключенный к полюсам источника показывает значение ЭДС источника  $\varepsilon$ .
3. При замыкании ключа снимите показания силы тока в цепи  $I$  и напряжения на полюсах источника  $U$ .
4. Используя закон Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon - U}{r},$$

определите внутреннее сопротивление источника тока:

$$r = \frac{\varepsilon - U}{I}.$$

6. Лабораторную работу оформить в виде задачи:

| ДАНО                                         | РЕШЕНИЕ |
|----------------------------------------------|---------|
| $I =$<br>$U =$<br>$\varepsilon =$<br>$r = ?$ |         |

**Вывод**

---

---

---

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое ЭДС? Что показывает ЭДС? Единицы измерения ЭДС? Чем ЭДС отличается от напряжения в цепи?

---

---

---

2. Что такое внутреннее и внешнее сопротивление цепи? Чем они отличаются друг от друга? В каких единицах измерения они измеряются?

---

---

---

3. Запишите закон Ома для полной цепи и выведите из него формулу для нахождения внутреннего сопротивления цепи?

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 «ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НИТИ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ.»

## (часть 1)

**Цель работы:** Определить температуру нити лампы накаливания по вольтамперной характеристике.

**Оборудование:** Лампа 6,3 В, амперметр, вольтметр (учебные), реостат (100 Ом), ключ, провода, монтажная панель.

### Содержание и метод выполнения работы:

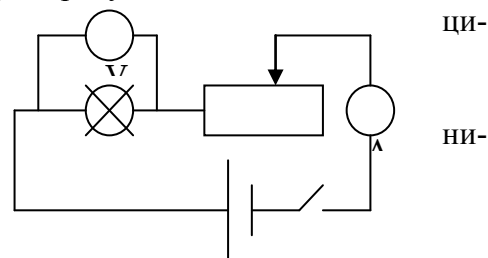
Температуру нити лампы накаливания можно узнать, пользуясь зависимостью сопротивления от температуры:  $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ . Для этого, измерив предварительно сопротивление нити лампы в холодном состоянии тестером, снять вольтамперную характеристику лампы. По найденным значениям силы тока и напряжения найти сопротивление нити и её температуру. Однако необходимо учесть, что сопротивление металлов зависит от температуры не совсем линейно. Особенно это становится заметно при больших перепадах температуры (как в данном случае). Поэтому, при измерении сопротивления в холодном состоянии выбирается  $\alpha_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ , а в горячем  $\alpha_2 = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

### Порядок выполнения работы

1. Измерьте сопротивление нити лампы в холодном состоянии с помощью тестера. Это даст возможность вычислить сопротивление нити при нуле градусов Цельсия. Для вычисления воспользуйтесь значением термического коэффициента  $\alpha_1$ .

2. Соберите цепь согласно схеме.

3. Снимите ВАХ, перемещая движок реостата (сделайте минимум 5 замеров). Результаты занесите в таблицу.



| №п-п  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---|---|---|---|---|
| I, А  |   |   |   |   |   |
| U, В  |   |   |   |   |   |
| R, Ом |   |   |   |   |   |
|       |   |   |   |   |   |

4. Вычислите сопротивление и температуру для каждого замера, используя значением термического коэффициента  $\alpha_2$  и вычисленным  $R_0$ .

5. Постройте ВАХ и зависимость  $R = f(t)$ .

6. Сделайте выводы.

7. Ответьте на вопросы:

Чем объясняется зависимость электрического сопротивления металлов от температуры?

---

---

---

---

Каковы основные источники погрешностей измерений в данном эксперименте?

---

---

---

## ВЫВОД

---

---

(часть 2)

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЧАЙНИКА»

**Цель работы:** определить коэффициента полезного действия электрического чайника

**Оборудование:** электрический чайник, источник электрического тока (розетка квартирной электропроводки), водопроводная вода, термометр, часы с секундной стрелкой (секундомер), таблица (справочник по физике), калькулятор.

Порядок выполнения работы.

Электрический чайник отключен от электрической сети. Берем в руки пустой чайник, переворачиваем его, изучаем паспорт чайника, записываем значение мощности нагревательного элемента.

- 1) Открываем крышку чайника, наливаем в него воду из крана объемом 1 литр ( 1 килограмм ).
  - 2) Термометр помещаем в чайник с водой.
  - 3) Измеряем температуру воды в чайнике
  - 4) Вынимаем термометр из воды
  - 5) Плотнo закрываем крышку чайника.
  - 6) Ставим чайник на платформу.
  - 7) Включаем чайник и засекаем время по часам. Вода в чайнике нагревается. Следим за показаниями часов.
  - 8) Отмечаем момент автоматического отключения чайника (момент закипания воды).
  - 9) Вычисляем промежуток времени, в течение которого нагревалась вода от начальной температуры до кипения.
  - 10) Осторожно снимаем с платформы чайник с горячей водой. Выливаем воду из чайника в раковину.
- .Рассчитываем работу электрического тока по формуле  $A = P t$ , ( 4 )

где  $A$  – работа электрического тока.

$P$  – электрическая мощность нагревательного прибора,

$t$  – промежуток времени, в течение которого нагревается вода .

.Вычисляем количество теплоты по формуле  $Q = cm(t_2^\circ - t_1^\circ)$ , ( 3 )

где  $c$  – удельная теплоёмкость воды,

$m$  – масса воды,

$t_2^\circ = 100^\circ\text{C}$  – температура кипения воды,

$t_1^\circ$  – начальная температура воды (измеряется термометром ).

Рассчитываем коэффициент полезного действия нагревательного элемента электрического чайника по формуле

$$\eta = \frac{Q}{A}$$

Результаты опытов и вычислений записываем в таблицу. Отчетная таблица

| $c$ | $m$ | $t_1$ | $t_2$ | $Q$ | $P$ | $t$ | $A$ | $\eta$ |
|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|
|     |     |       |       |     |     |     |     |        |

## Вывод

---

---

---

### Контрольные вопросы:

1. Запишите единицы измерения всех используемых величин в СИ.

---

---

---

---

---

2. Что такое КПД? Каково максимальное значение КПД?

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 «ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ»

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

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

### **Подготовительные вопросы:**

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?

---

---

---

---

---

2. В чем заключается правило буравчика, правило правой руки для определения силы Ампера и силы Лоренца?

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Запишите закон электромагнитной индукции, опишите все величины, в каких единицах измерениях они измеряются?

---

---

---

### **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. 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.

Выясните, что изменялось в каждом случае.

---

---

---

**Сделайте вывод** о том, от чего зависит направление индукционного тока.

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 «ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ НИТЯНОГО (ИЛИ ПРУЖИННОГО) МАЯТНИКА ОТ ДЛИНЫ НИТИ (ИЛИ ОТ МАССЫ ТЕЛА).»**

**Цель:** научиться исследовать зависимость периода колебаний математического маятника от длины нити.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, нить, длиной 20-60 см, груз

Подготовительные вопросы:

1. Что такое период, частота, амплитуда колебаний? Запишите их единицы измерения.

---

---

---

2. Какие колебания называются свободными, вынужденными и гармоническими, приведите примеры?

---

---

---

---

3. Как рассчитать период колебаний математического маятника и груза на пружине? Опишите все величины.

---

---

---

---

Количественные соотношения, характеризующие колебательные движение, проще всего установить для так называемого математического маятника.

Математическим маятником называют материальную точку, подвешенную на тонкой, нерастяжимой и невесомой нити. Естественно, что на практике мы можем только с той или иной степенью точности приближаться к этому идеальному случаю. Реальной моделью математического маятника в моих опытах служит небольшой металлический шарик, подвешенный на тонкой упругой нити. Размеры шарика должны быть малы сравнительно с длиной нити. Это дает возможность считать, что вся его масса сосредоточена в одной точке, в центре тяжести шарика.

Подвесим к стойке один из таких маятников длиной около 1 м и, отведя его от положения равновесия на небольшой угол, определим, за какое время он сделает, например, 50 колебаний. Уменьшим угол отклонения (начальную амплитуду) и снова определим время, в течение которого шарик сделает 50 колебаний. Оказывается, что и при уменьшенной амплитуде шарiku понадобилось для 50 колебаний то же время, что и при большей амплитуде. Меняя в небольших пределах амплитуду колебаний, можно установить, что период колебания маятника при небольших амплитудах не зависит от амплитуды колебания.

Это свойство маятника, открытое впервые Галилеем, называется изохронностью. Оно дало возможность применить маятник в часах. Голландский ученый Гюйгенс, исследуя зако-

ны колебания маятника, установил, что период колебания математического маятника обратно пропорционален корню квадратному из ускорения силы тяжести:

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

где  $l$  – длина маятника,  $g$  – ускорение свободного падения.

### Порядок выполнения работы

1. Подвесьте маятник так, чтобы длина нити была 60 см.
2. Измерьте время десяти полных колебаний вашего маятника. Амплитуда колебаний должна быть по возможности малой. Вычислите период колебания.
3. Проведите те же измерения для маятников длиной 50,40,30 и 20 см.
4. Заполните таблицу 1.
5. Постройте два графика: график зависимости периода колебаний от длины нити и график зависимости периода колебаний от квадратного корня из длины нити.
6. По полученным графикам сделайте выводы.

табл. 1

| № | Длина $l$ , см | Время десяти колебаний $t$ , с | Период $T$ , с | Частота $\nu$ , Гц |
|---|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------|
|   |                |                                |                |                    |
|   |                |                                |                |                    |
|   |                |                                |                |                    |
|   |                |                                |                |                    |
|   |                |                                |                |                    |
|   |                |                                |                |                    |
|   |                |                                |                |                    |

Вычисления:

---

---

---

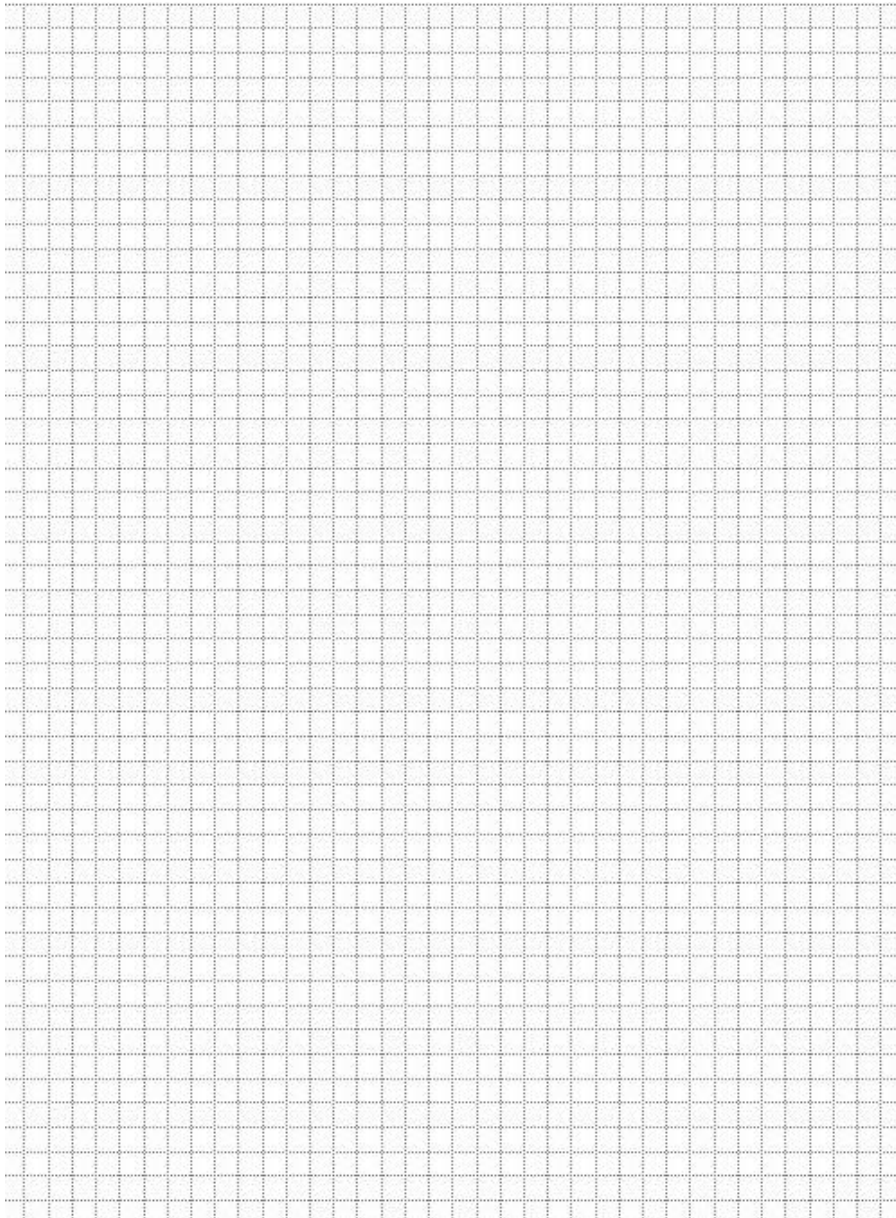
---

---

---

---

---



**Вывод:**

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12 «ИНДУКТИВНЫЕ И ЕМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.»

**Цель:** изучить зависимость емкостного и индуктивного сопротивлений от частоты переменного тока и параметров элементов.

**Оборудование:** генератор переменного тока, катушка, конденсатор, мультиметры

### Краткое теоретическое описание

В цепи переменного тока кроме резисторов могут использоваться катушки индуктивности и конденсаторы. Для постоянного тока катушка индуктивности имеет только активное сопротивление, которое обычно невелико (если катушка не содержит большое количество витков). Конденсатор же в цепи постоянного тока представляет "разрыв" (очень большое активное сопротивление). Для переменного тока эти элементы обладают специфическим реактивным сопротивлением, которое зависит как от номиналов деталей, так и от частоты переменного тока, протекающего через катушку и конденсатор.

#### 1.1. Катушка в цепи переменного тока.

Рассмотрим, что происходит в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности. Колебания силы тока, протекающего через катушку:

$$i = I_m \cdot \cos(\omega t)$$

вызывают падение напряжения на концах катушки в соответствии с законом самоиндукции и правилом Ленца:

$$u_L = L \frac{di}{dt} = -L\omega I_m \sin(\omega t) = \omega L I_m \cos(\omega t + \pi/2)$$

т.е. колебания напряжения опережают по фазе колебания силы тока на  $\pi/2$ . Произведение  $\omega L I_m$  является амплитудой колебания напряжения:

$$U_L = \omega L I_m$$

Произведение циклической частоты на индуктивность называют *индуктивным сопротивлением* катушки:

$$X_L = \omega L \quad (1)$$

поэтому связь между амплитудами напряжения и тока на катушке совпадает по форме с законом Ома для участка цепи постоянного тока:

$$U_L = X_L I_m \quad (2)$$

Как видно из выражения (1), индуктивное сопротивление не является постоянной величиной для данной катушки, а пропорционально частоте переменного тока через катушку. Поэтому

амплитуда колебаний силы тока  $I_m$  в проводнике с индуктивностью  $L$  при постоянной амплитуде  $U_L$  напряжения убывает обратно пропорционально частоте переменного тока:

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}.$$

1.2. Конденсатор в цепи переменного тока.

При изменении напряжения на обкладках конденсатора по гармоническому закону:

$$u_C = U_m \cos(\omega t)$$

заряд  $q$  на его обкладках изменяется также по гармоническому закону:

$$q = C u_C = C U_m \cos(\omega t).$$

Электрический ток в цепи возникает в результате изменения заряда конденсатора, поэтому колебания силы тока в цепи будут происходить по закону:

$$i = \frac{dq}{dt} = -\omega C U_m \sin(\omega t) = \omega C U_m \cos(\omega t + \pi/2)$$

Видно, что колебания напряжения на конденсаторе отстают по фазе от колебаний силы тока на  $\pi/2$ . Произведение  $\omega C U_m$  является амплитудой колебаний силы тока:

$$I_m = \omega C U_m$$

Аналогично тому, как было сделано с индуктивностью, введем понятие *емкостного сопротивления* конденсатора:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (3)$$

Для конденсатора получаем соотношение, аналогичное закону Ома:

$$U_C = X_C I_m \quad (4)$$

Формулы (2) и (4) справедливы и для эффективных значений тока и напряжения.

### Порядок выполнения работы

1. Соберите цепь показанную на рисунке 1.

Установите следующие значения параметров:

Генератор – напряжение (эффективное) 100 В, частота 100 Гц;

Конденсатор – рабочее напряжение 400 В, емкость 10 мкФ;

Резистор – рабочая мощность 500 Вт, сопротивление 100 Ом.

2. Изменяя емкость конденсатора от 5 до 50 мкФ (через 10 мкФ), запишите показания вольтметров (напряжение на конденсаторе и на резисторе).

|       | C= мкФ | C= мкФ | C= мкФ | C= мкФ | C= мкФ | C= мкФ | C= мкФ |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $U_c$ |        |        |        |        |        |        |        |
| $U_r$ |        |        |        |        |        |        |        |
| $I_m$ |        |        |        |        |        |        |        |
| $X_c$ |        |        |        |        |        |        |        |

3. Рассчитайте эффективное значение токов, текущих в цепи, в зависимости от значения емкости конденсатора (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление).

4. Определите значения емкостных сопротивлений конденсатора для соответствующих значений его емкости и сравните их с рассчитанными по формуле (3).

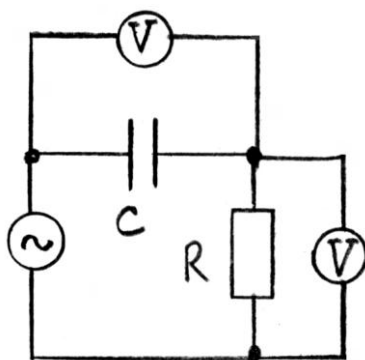


Рис.1.

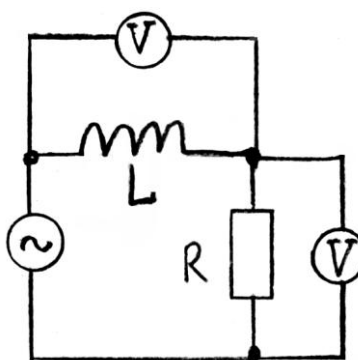


Рис.2.

6. Соберите цепь показанную на рисунке 2.

7. Установите следующие значения параметров:

Генератор – напряжение (эффективное) 100 В, частота 100 Гц;

Катушка - индуктивность 50 мГн;

Резистор – рабочая мощность 500 Вт, сопротивление 100 Ом.

8. Изменяя индуктивность катушки от 50 до 500 мГн (через 50 мГн), запишите показания вольтметров (напряжение на катушке и на резисторе).

|       | L= мГн | L= мГн | L= мГн | L= мГн | L= мГн | L= мГн |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $U_l$ |        |        |        |        |        |        |
| $U_r$ |        |        |        |        |        |        |
| $I_m$ |        |        |        |        |        |        |
| $X_l$ |        |        |        |        |        |        |

9. Рассчитайте эффективное значение токов, текущих в цепи, в зависимости от значения индуктивности катушки (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление).

10. Определите индуктивные сопротивления катушки для соответствующих значений ее индуктивности и сравните их с рассчитанными по формуле (1).

### Контрольные вопросы:

1. Почему емкостное сопротивление уменьшается с увеличением частоты переменного тока а, индуктивное сопротивление – увеличивается?

- 
- 
- 
2. Запишите формулы емкостного сопротивления конденсатора и индуктивного сопротивления катушки переменного тока? Опишите все величины, напишите их единицы измерения в СИ.

- 
- 
- 
3. Как записывается закона Ома для амплитудных значений тока и напряжения для последовательно подключенных элементов – сопротивления, конденсатора и катушки индуктивности?

---

---

**ВЫВОД**

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13 «ИЗУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ В  
ТОНКОЙ ЛИНЗЕ.»**

### Часть1.

#### Экспериментальное измерение показателя преломления.

**Цель:** научиться экспериментально измерять показатель преломления различных сред

**Оборудование:** ПК, проектор, экспериментальный стенд, таблица Брадиса.

#### **Ход работы:**

Виртуальный стенд позволяет проводить экспериментальные исследования явления преломления. Показатель второй среды относительно первой определяется в соответствии с законом преломления: (запишите данный закон)

Посмотрите на экспериментальный стенд.

1. Установите движок показателя преломления  $n_1$  на значение 1, а  $n_2$  на значение 1,5.
2. Поверни лампу влево примерно на  $40^\circ$ . Занесите в дано задачи значение угла падения и преломления.
3. Рассчитайте при помощи калькулятора синус угла падения и преломления (или посмотрите в таблице брадиса), результаты занесите в дано задачи.
4. По значения синусов рассчитайте показатель преломления второй среды относительно первой в соответствии с законом преломления. Результат занесите в дано задачи и в поле ( $n_{21}$ ).
5. Проверьте результат, нажав кнопку «ПРОВЕРИТЬ».
6. Проведите еще несколько экспериментов, изменяя угол падения и абсолютные показатели преломления обеих сред. В каждом случае измеряйте относительный показатель преломления  $n_{21}$ , чтобы убедиться в справедливости закона преломления.

ДАНО

РЕШЕНИЕ

### ВЫВОД

---

---

---

---

### Часть2.

#### Определение оптической силы и фокусного расстояния тонкой линзы.

**Цель:** научиться экспериментально измерять оптическую силу и фокусное расстояние тонкой линзы.

**Оборудование:** ПК, проектор, экспериментальный стенд, простой карандаш, линейка, калькулятор.

#### **Ход работы:**

Виртуальный стенд позволяет проводить экспериментальные исследования свойств тонкой линзы: наблюдение действительных и мнимых изображений предметов, получаемых с по-

мощью линзы, проверку формулы тонкой линзы, определение фокусного расстояния и оптической силы линзы.

Посмотрите на экспериментальный стенд.

1. Установите переключатель выбора линзы в положение 1.
2. С помощью ползунка установите расстояние от линзы до свечи 8 см. Запишите результат в дано задачи.
3. Изменяя это расстояние в пределах 7-9см, наблюдайте поведение изображения.
4. Придвинув линейку к главной оптической оси, определите фокусное расстояние линзы, результат занесите в дано задачи.
5. Вычислите оптическую силу линзы, округлите результат до сотых долей и запишите его в дано задачи и в соответствующее поле.
6. Проверьте правильность расчетов, нажав кнопку «ПРОВЕРИТЬ».
7. Повторите подобные измерения для линз №2 и №3.

ДАНО

РЕШЕНИЕ

**Вывод**

---

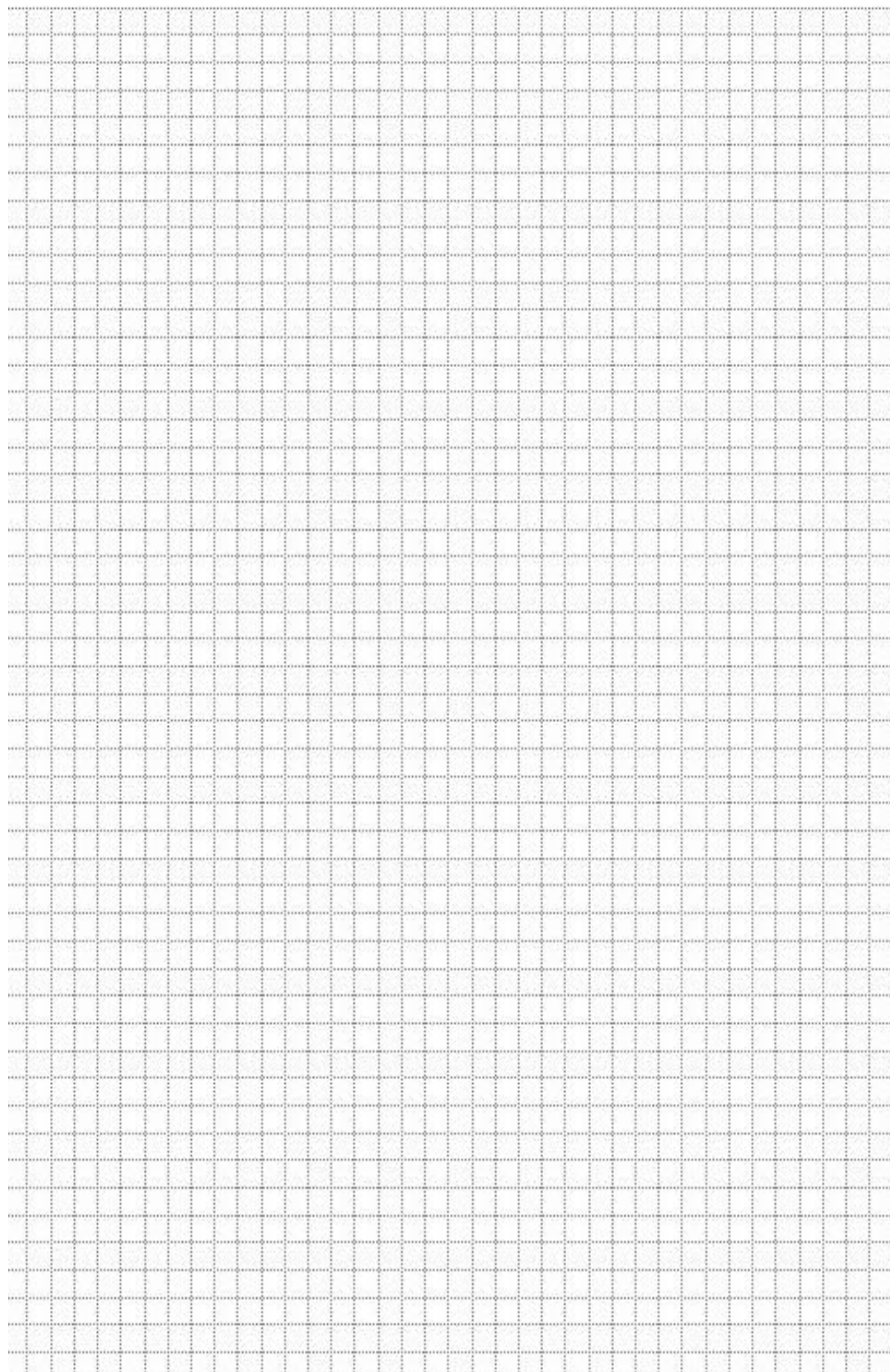
---

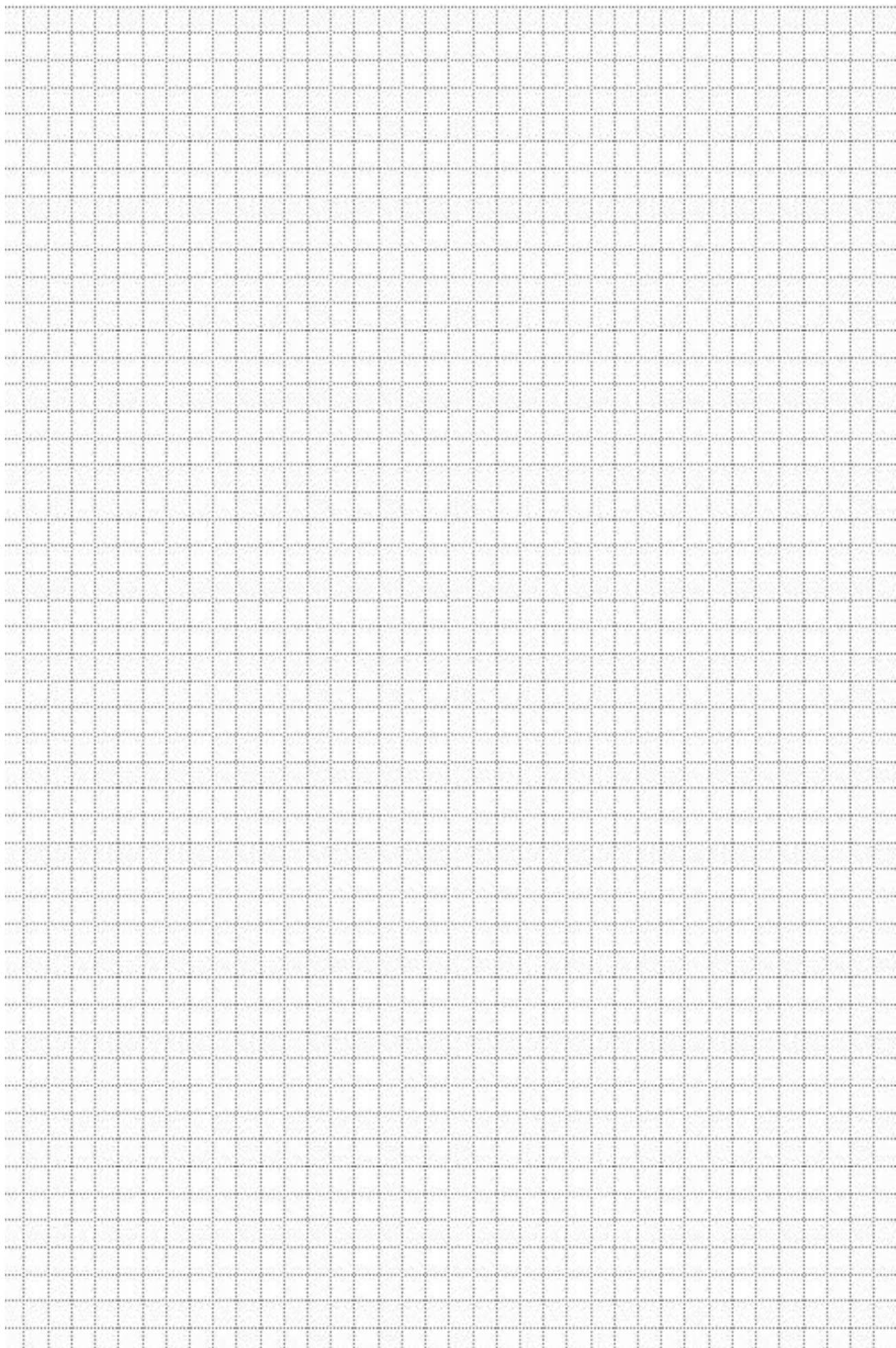
---

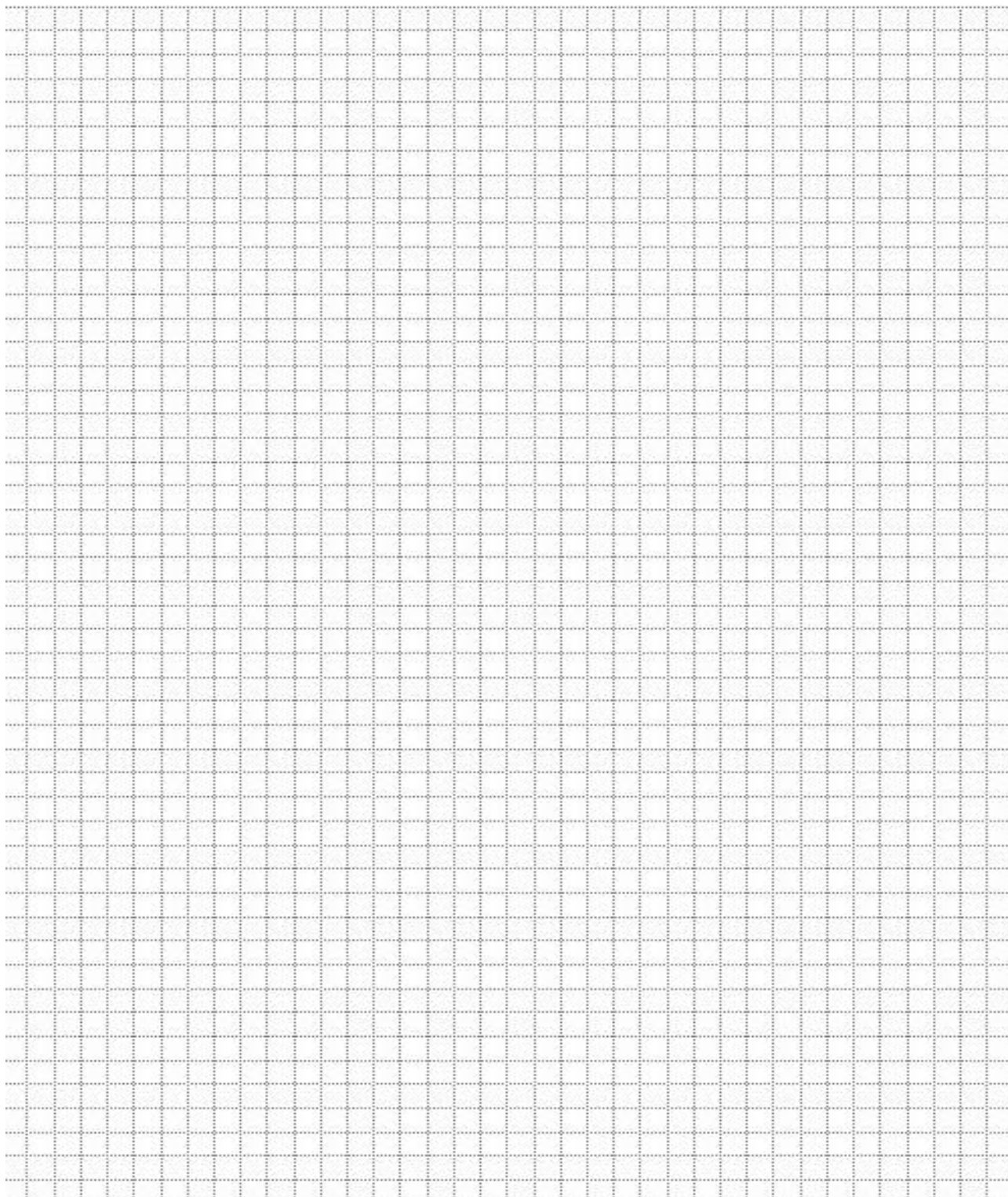
**Часть3.**

Возьмите у преподавателя вариант контрольных вопросов и чертежей.

Вариант №







| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14 « НАБЛЮДЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И ДИФРАКЦИИ СВЕТА»

**Цель:** экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

**Оборудование:** стаканы с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой, капроновая ткань, компакт-диск, лампа накаливания, стеклянная призма, дифракционная решетка.

**Интерференция** – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных. "Интерференция волн – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление результирующей волны". Для образования устойчивой интерференционной картины необходимы когерентные (согласованные) источники волн. Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света.

В явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников).

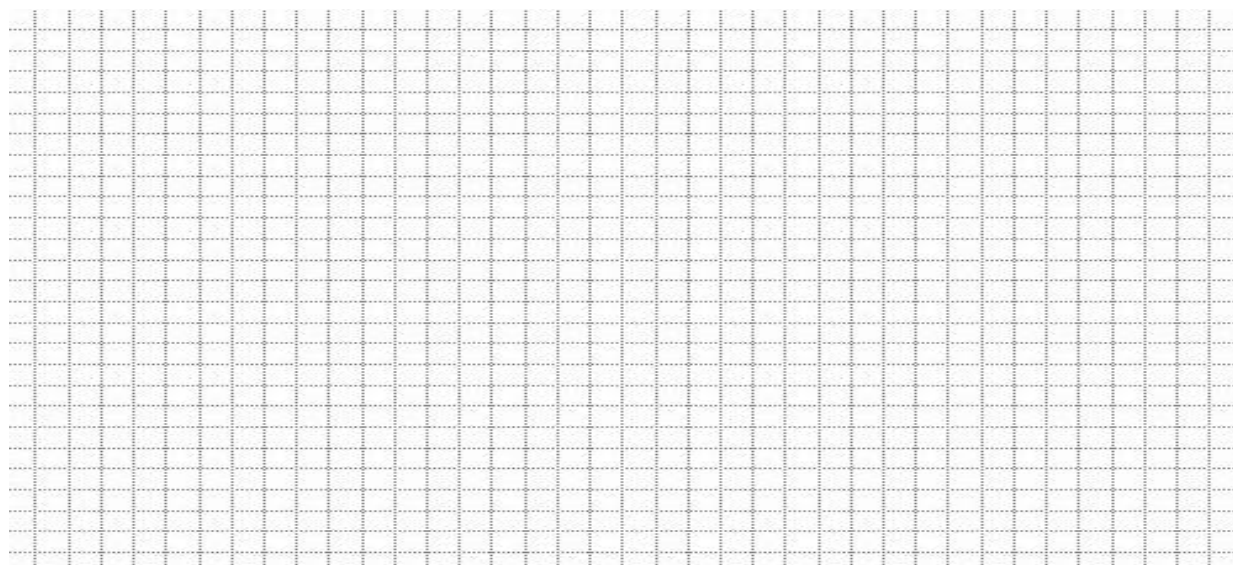
Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

**Дифракция** – отклонение света от первоначального направления при огибании препятствий (например при прохождении через щели)

**Дисперсия** - разложение белого света в цветной спектр. Это зависимость показателя преломления света от длины волны. Дисперсия характерна для всех сред, кроме вакуума.

### **Порядок выполнения работы**

**Опыт 1.** Опустите проволочную рамку в мыльный раствор. Пронаблюдайте и зарисуйте интерференционную картину в мыльной пленке. При освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникает окрашивание светлых полос: сверху – синий цвет, внизу – в красный цвет. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь. Пронаблюдайте за ним. При освещении его белым светом наблюдают образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз. Зарисуйте интерференционную картину в мыльной пленке.



Ответьте на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?

---

---

---

2. Какую форму имеют радужные полосы?

---

---

3. Почему окраска пузыря все время меняется?

---

---

**ОПЫТ 2.** Положите горизонтально на уровне глаз компакт-диск. Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

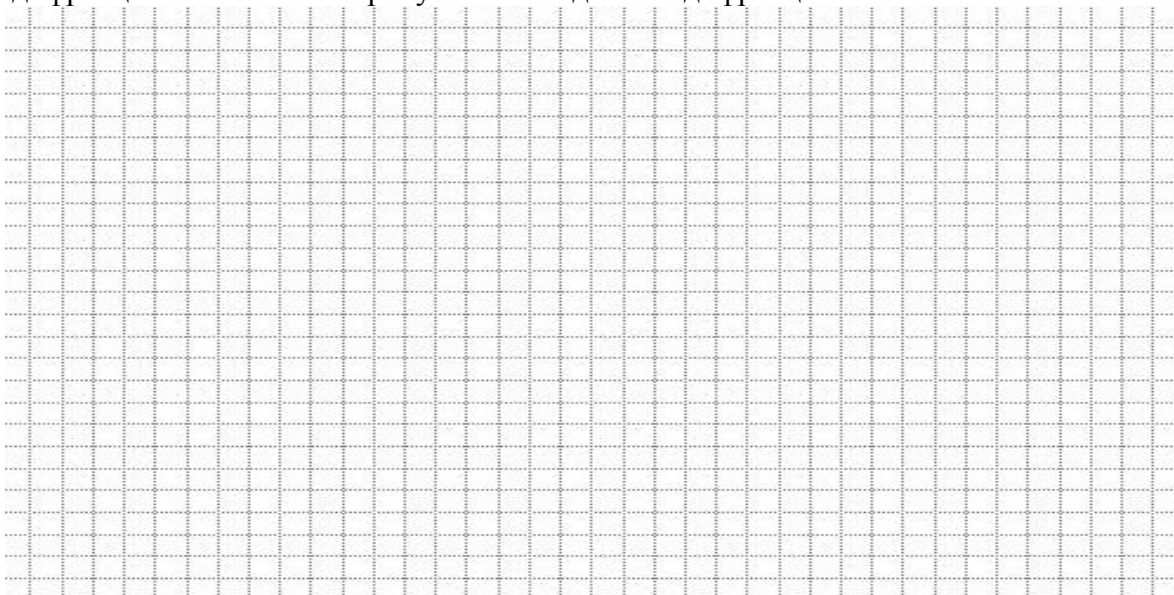
---

---

---

**ОПЫТ 3.** Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный

крест.



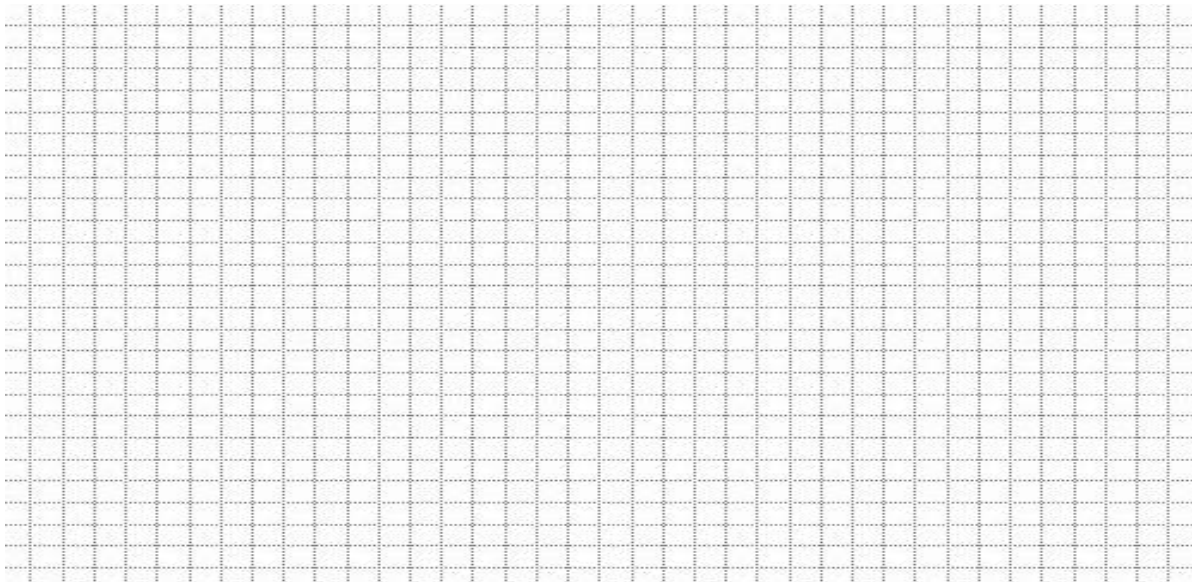
**ОПЫТ 4.** Пронаблюдайте дифракционные картины при рассмотрении горячей лампы через дифракционную решетку. Опишите характер картины, зарисуйте ее.

---

---

---

---



**Сделайте вывод.**

Укажите, в каких из проделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции? дифракции? дисперсии? Чем эти три явления отличаются друг от друга?

---

---

---

---

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15 «ГРАДУИРОВКА СПЕКТРОСКОПА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ.»

**Цель работы:** провести градуировку спектроскопа и определить длины волн в спектрах испускания и поглощения.

**Оборудование:** прибор «Спектр-1», спектроскоп, люминесцентная лампа (содержащая пары ртути), миллиметровая бумага.

**Краткая теория.** Спектральным анализом называется метод определения химического состава вещества по его спектру. Различают спектры испускания и спектры поглощения. Сплошной спектр, излучаемый раскаленными твердыми и жидкими телами, представляет собой цветную полосу с непрерывным переходом одного спектрального цвета в другой. Линейчатый спектр дают светящиеся пары и газы. Он состоит из определенного сочетания цветных линий, характерных для каждого химического элемента. Полосатый или молекулярный спектр излучается возбужденными молекулами и имеет вид системы широких полос. Спектры поглощения возникают при прохождении белого света сквозь различные вещества, которые поглощают из белого света отдельные участки сплошного спектра. Таким образом, на фоне сплошного спектра видны темные полосы или линии, характеризующие это вещество. Для качественного исследования видимой части спектра служат специальные приборы – спектроскопы.

Основной частью спектроскопа является призма 1, которая разлагает в спектр пучок параллельных лучей немонахроматического света. Правая часть прибора - коллиматорная труба 3 - состоит из узкой щели S и линзы  $O_1$ ; щель располагается в главной фокальной плоскости линзы  $O_1$ . Пучок, исходящий из щели, после прохождения через линзу

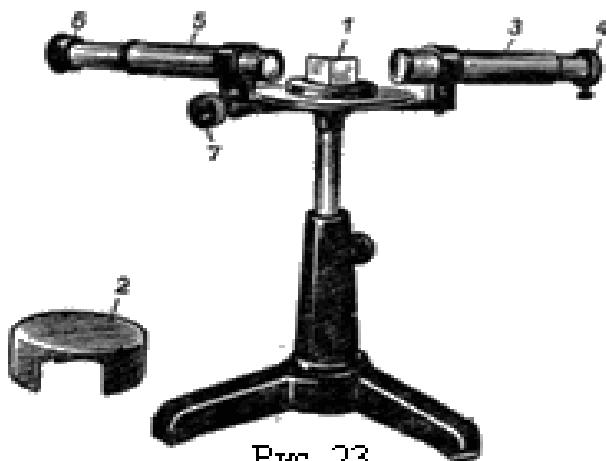


Рис. 23

становится параллельным и падает на призму. С помощью второй линзы  $O_2$  параллельные пучки собираются в различных точках ее фокальной плоскости. В результате в фокальную плоскость проектируется ряд изображений входной щели. Если источник света излучает

волны всевозможных длин (например, лампочка накаливания), то все изображения входной щели в различных лучах непосредственно примыкают друг к другу, т.е. получается сплошной спектр. При излучении же источником света волн лишь определенных длин волн (газоразрядные трубки), изображения входной щели окажутся пространственно разделенными, и в результате получится линейчатый спектр.

В фокальной плоскости линзы  $O_2$  в спектрокопе устанавливается окуляр  $O_3$  для визуального наблюдения. Если поворачивать призму, то в центре окуляра будут по очереди размещаться лучи с различными длинами волн. Поскольку в спектрокопах поворот призмы осуществляется при помощи барабана 7 с делениями, то каждому положению барабана соответствует определенная длина волны входящего света.

Градуйровочный график спектрокопа выражает зависимость между длиной волны входящего светового пучка и делениями барабана.

### **Порядок выполнения работы**

#### **ОПЫТ 1. Градуировка спекторкопа.**

1. Прибор «Спектр-1» с находящейся внутри него газоразрядной трубкой подключить к источнику питания с напряжением 6 В и включить источник в сеть. Расположите щель коллиматора вплотную к газоразрядной трубке. Настроить окуляр на резкость и, вращая микрометрический винт, постепенно увидеть все области спектра.
2. С помощью винта переместите зрительную трубу вправо так, чтобы в поле зрения появилась крайняя красная линия. Совместить изображение нити с этой линией и записать показание микрометра в таблицу.

Микрометрический винт имеет шаг 1 мм, а барабан имеет 50 делений с ценой деления 0,02 мм.

3. Вращая микрометрический винт, передвигать зрительную трубу до совмещения нити с каждой из спектральных линий и записывать показания микрометра:

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Цвет линии                       |  |
| Показания микрометра, мм         |  |
| Длина волны по справочным данным |  |

4. Выбрав подходящий масштаб, нанести на график все экспериментальные точки, откладывая по оси ординат длины волн, а по оси абсцисс показания микрометра. По полученным точкам провести плавную кривую.

5. Заменить газоразрядную трубку и настройте спектроскоп для наблюдения нового спектра.

6. Подготовить новую таблицу и занести в нее показания микрометрического винта, соответствующие цветам спектральных линий. По полученной градуировочной кривой определить длины волн наблюдаемых линий. С помощью таблиц, данных в приложении к работе, найти химический элемент, которому принадлежат эти линии.

## ОПЫТ 2. Наблюдение спектров.

1. Наблюдение сплошного спектра испускания нити электрической лампы. Зарисовать наблюдаемый спектр, дать ему характеристику.
2. Направить спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, висящую на потолке и рассмотреть ее спектр. Найти желтую, зеленую и фиолетовую линии, характерные для спектра паров ртути. Зарисовать наблюдаемую картину. Описать, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.
3. Зарисовать линейчатые спектры испускания различных газов. Дать им характеристику.

|         |  |
|---------|--|
| газ     |  |
| спектр  |  |
| водород |  |
| гелий   |  |
| неон    |  |

### Контрольные вопросы:

1. Расскажите о спектре и его видах.
2. Сформулируйте постулаты Бора.
3. В чем заключается спектральный анализ?

| Дата выполнения | Дата зачета | Оценка | Преподаватель |
|-----------------|-------------|--------|---------------|
|                 |             |        |               |

## **Список использованных источников**

### **Основная литература**

1. Генденштейн, Н.Э., Дик Ю.И. Физика. Учебник для 10 кл. -М., 2011.
2. Генденштейн, Н.Э. Дик Ю.И. Физика. Учебник для 11 кл.- М., 2011.
3. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.
4. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учеб. пособие для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.
5. Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Контрольные материалы: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В. Ф. Дмитриева, Л. И. Васильев. — М., 2014.
6. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В.Ф.Дмитриева, А. В. Коржуев, О. В. Муртазина. — М., 2015.

### **Дополнительная литература**

7. Касьянов, В А Физика. 10 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. - М., 2012.
8. Касьянов, В.А. Физика. 11 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. - М., 2012.