

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОРЛОВСКИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫЙ ТЕХНИКУМ»  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# ФИЗИКА

**Тетрадь  
для лабораторных работ  
студента (ки)**



---

---

---

---

---

Дата												
№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Оценка												

Горловка  
2019

# ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

## 1. Перед выполнением работы

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, аккуратно и точно выполняйте указания преподавателя или лаборанта.

2. Перед тем, как приступить к выполнению работы, тщательно изучите ее описания, уясните ход ее работы.

## 2. Во время выполнения работы

1. Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем или лаборантом.

2. Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.

3. Размещайте приборы таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

4. При работе со стеклянной посудой будьте очень осторожны и внимательны, чтобы не разбить ее и не порезаться.

5. При работе с линзами не касайтесь оптического стекла руками, чтобы не загрязнить его. При обнаружении трещин или сколов на стекле или линзе прекратите работу и сообщите об этом преподавателю.

6. Если стекло разбито во время работы, уберите со стола осколки не руками или тряпкой, а сметите щеткой в савок.

7. При работе с булавками будьте аккуратны, помните – это колющий предмет.

8. При сборке электрических цепей избегайте взаимного пересечения проводов, концы проводов плотно прижимайте клеммами.

9. Не пользуйтесь проводами с нарушенной изоляцией и без концевиков.

10. Сборку электрической цепи проводите только при выключенном источнике электрического тока.

11. Не включайте электрическую цепь без проверки ее преподавателем или лаборантом.

12. В случае обнаружения повреждения электрического оборудования, измерительных приборов и проводов отключите источник питания и сообщите об этом преподавателю.

## 3. По окончании работы

1. После выполнения работы по электричеству отключите источник тока, разберите электрическую цепь.

2. Аккуратно поставьте приборы в том порядке, в котором они находились в начале тока.

3. Не оставляйте рабочее место без разрешения преподавателя.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

**Дата:** \_\_\_\_\_

**Тема:** «Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести».

**Цель:** определить центростремительное ускорение 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.

## Теория

Эксперименты проводятся с коническим маятником. Модуль ускорения можно определить кинематически. Он равен:

$$a_n = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Согласно второму закону Ньютона  $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$ . Разложим силу  $\vec{F}$  на составляющие  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ , направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали вверх.

Тогда второй закон Ньютона запишется следующим образом:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось  $O_1x$ :

$$ma_n = F_1. \text{ Отсюда } a_n = \frac{F_1}{m}$$

Модуль составляющей  $F_1$  можно определить различными способами. Во-первых, это можно сделать из подобия

$$\text{треугольников } OAB \text{ и } FBF_1: \frac{F_1}{R} = \frac{mg}{h}$$

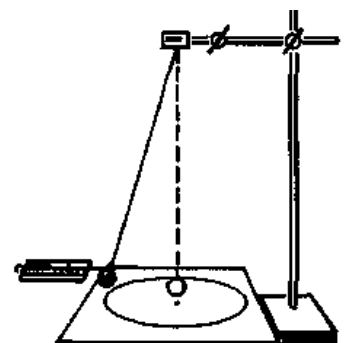
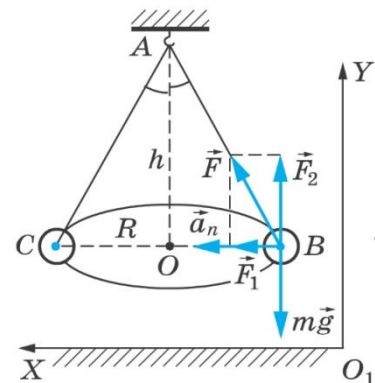
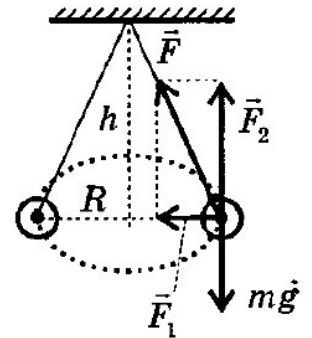
$$\text{Отсюда } F_1 = \frac{mgR}{h} \text{ и } a_n = \frac{gR}{h}$$

Во-вторых, модуль составляющей  $F_1$  можно непосредственно измерить динамометром. Для этого оттягиваем горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу  $R$  окружности (рис. в), и определяем показание динамометра. При этом сила упругости пружины уравнивает составляющую  $\vec{F}_1$ .

Сопоставим все три выражения для  $a_n$ :

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, \quad a_n = \frac{gR}{h}, \quad a_n = \frac{F_1}{m}$$

и убедимся, что они близки между собой.





## **Вычисления:**

Результаты вычислений заносим в таблицу.

### **Вывод:**

---

---

---

---

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте характеристику движения тела по окружности

---

---

---

---

2. Назовите силы, которые действуют на тело, движущееся по окружности

---

---

---

---

3. Куда направлено центростремительное ускорение

---

---

4. Поясните формулу для центростремительного ускорения

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Дата: \_\_\_\_\_

Тема: «Изучение закона сохранения механической энергии».

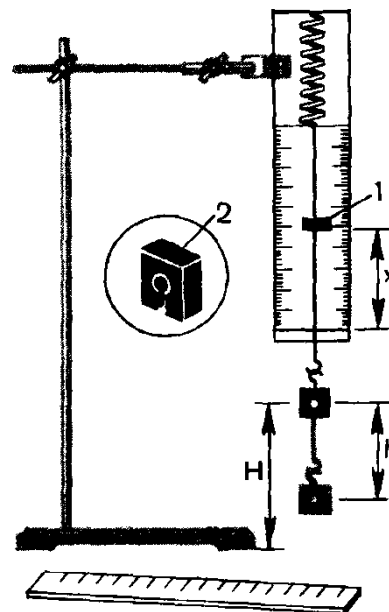
Цель: сравнить две величины – уменьшение потенциальной энергии прикрепленного к пружине тела при его падении и увеличение потенциальной энергии растянутой пружины.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, фиксатор, динамометр, жесткость пружины которого равна 40 Н/м, линейка измерительная, груз из набора по механике; масса груза равна  $(0,100 \pm 0,002)$  кг

### Теория

Для работы используется установка, показанная на рисунке 1. Она представляет собой укрепленный на штативе динамометр с фиксатором 1.

Пружина динамометра заканчивается проволочным стержнем с крючком. Фиксатор (в увеличенном масштабе он показан отдельно – помечен цифрой 2) – это легкая пластинка из пробки (размерами 5 x 7 x 1,5 мм), прорезанная ножом до ее центра. Ее насаживают на проволочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с небольшим трением, но трение все же должно быть достаточным, чтобы фиксатор сам по себе не падал вниз. В этом нужно убедиться перед началом работы. Для этого фиксатор устанавливают у нижнего края шкалы на ограничительной скобе. Затем растягивают и отпускают.



Фиксатор вместе с проволочным стержнем должен подняться вверх, отмечая этим максимальное удлинение пружины, равное расстоянию от упора до фиксатора. Если поднять груз, висящий на крючке динамометра, так, чтобы пружина не была растянута, то потенциальная энергия груза по отношению, например, к поверхности стола равна  $mgh$ .

При падении груза (опускание на расстояние  $x = h$ ) потенциальная энергия груза уменьшится на  $E_1 = mgh$ , а энергия пружины при ее деформации увеличивается на  $E_2 = \frac{kx^2}{2}$ .

### Выполнение работы

1. Груз из набора по механике прочно укрепите на крючке динамометра.
2. Поднимите рукой груз, разгружая пружину, и установите фиксатор внизу у скобы.
3. Отпустите груз. Падая, груз растянёт пружину. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение  $x$  пружины.
4. Повторите опыт пять раз.
5. Подсчитайте  $E_{1cp} = mgh_{cp} \dots \dots E_{2cp} = \frac{kx_{cp}^2}{2} \dots \dots \frac{E_{1cp}}{E_{2cp}}$

6. Результаты занесите в таблицу:

№ опыта	h, м	h <sub>cp</sub> , м	E <sub>1cp</sub> , Дж	E <sub>2cp</sub> , Дж	E <sub>1cp</sub> /E <sub>2cp</sub>
1					
2					
3					
4					
5					

#### Вычисления:

Результаты вычислений занесите в таблицу.

7. Оценим погрешности:

$$\varepsilon_{\frac{E_1}{E_2}} = \varepsilon_{E_1} + \varepsilon_{E_2} = 2\varepsilon_x + \varepsilon_m + \varepsilon_x = 3\varepsilon_x + \varepsilon_m$$

Для примера:

$$\varepsilon_{\frac{E_1}{E_2}} = 3 \frac{\Delta x}{x_{cp}} + \frac{\Delta m}{m} = 3 \cdot \frac{0,0005 \text{ м}}{0,051 \text{ м}} + \frac{0,002 \text{ кг}}{0,1 \text{ кг}} = 0,05 \text{ (5\%)}$$

$$\Delta \frac{E_1}{E_2} = \frac{E_1}{E_2} \cdot 0,05 = 0,96 \cdot 0,05 \approx 0,05 \quad \frac{E_1}{E_2} = 0,96 \pm 0,05,$$

откуда видно, что полученное отклонение от единицы лежит в пределах погрешности измерений.

**Вывод:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Контрольные вопросы**

1) Когда тело обладает энергией?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Как влияет на энергию системы тел действие внешней силы? Сохраняется ли в этом случае полная механическая энергия?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Тело брошено вертикально вверх. Как меняется его потенциальная и кинетическая энергии со временем?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Как изменяется полная механическая энергия системы тел, если между телами наряду с другими силами действует и сила трения?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Дата: \_\_\_\_\_

Тема: «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака».

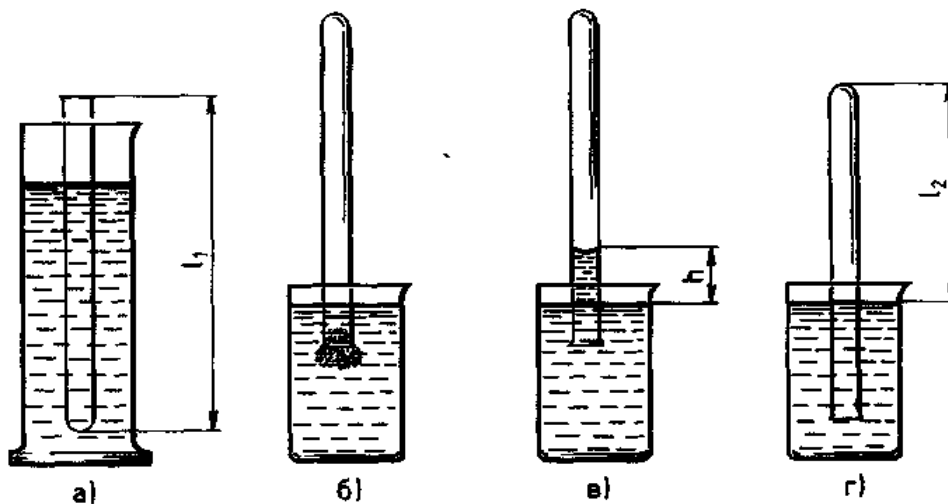
Цель: экспериментальным путем проверить верность закона Гей-Люссака для газа данной массы отношение объема к температуре постоянно, если давление газа не меняется.

Оборудование: стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8-10 мм; цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40-50 мм, наполненный горячей водой ( $t \sim 60^\circ\text{C}$ ); стакан с водой комнатной температуры; пластилин, термометр, линейка.

### Теория:

Чтобы проверить закон Гей-Люссака, достаточно измерить объем и температуру газа в двух состояниях при постоянном давлении и проверить справедливость равенства  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ . Это можно осуществить, используя воздух при атмосферном давлении.

Стеклянная трубка открытым концом вверх помещается на 3-5 мин в цилиндрический сосуд с горячей водой (рис. а). В этом случае объем воздуха  $V_1$  равен объему стеклянной трубки, а температура – температуре горячей воды  $T_1$ . Это первое состояние.



Чтобы при переходе воздуха в следующее состояние его количество не изменилось, открытый конец стеклянной трубки, находящейся в горячей воде, замазывают пластилином. После этого трубку вынимают из сосуда с горячей водой и замазанный конец быстро опускают в стакан с водой комнатной температуры (рис. б), а затем прямо под водой снимают пластилин. По мере охлаждения воздуха в трубке вода в ней будет подниматься. После прекращения подъема воды в трубке (рис. в) объем воздуха в ней станет равным  $V_2 < V_1$ , а давление  $p = p_{атм} - \rho gh$ . Чтобы давление воздуха в трубке вновь стало равным атмосферному, необходимо увеличивать глубину погружения трубки в стакан до тех пор, пока уровни воды в трубке и в стакане не выровняются (рис. г). Это будет второе состояние воздуха в трубке при температуре  $T_2$  окружающего воздуха. Отношение объемов воздуха в трубке в

первом и втором состояниях можно заменить отношением высот воздушных столбов в трубке в этих состояниях, если сечение трубки постоянно по всей длине. Поэтому в работе следует сравнить отношения. Длина воздушного столба измеряется линейкой, температура – термометром.

### Подготовка к проведению работы

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений

Измерено					Вычислено						
$l_1, \text{мм}$	$l_2, \text{мм}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{ul}, \text{мм}$	$\Delta_{ol}, \text{мм}$	$\Delta l, \text{мм}$	$T_1, \text{K}$	$T_2, \text{K}$	$\Delta_u T, \text{K}$	$\Delta_o T, \text{K}$	
Вычислено											
$\Delta T, \text{K}$	$l_1/l_2$	$\varepsilon_1, \%$	$\Delta_1$	$T_1/T_2$	$\varepsilon_2, \%$	$\Delta_2$					

2. Подготовьте стакан с водой комнатной температуры и сосуд с горячей водой.

### Проведение эксперимента, обработка результатов

1. Измерьте длину  $l_1$  стеклянной трубки и температуру воды в цилиндрическом сосуде.
2. Приведите воздух в трубке во второе состояние так, как об этом рассказано выше. Измерьте длину  $l_2$  воздушного столба в трубке и температуру окружающего воздуха  $T_2$ .
3. Вычислите отношения  $l_1/l_2$  и  $T_1/T_2$ , относительные ( $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ ) и абсолютные ( $\Delta_1$  и  $\Delta_2$ ) погрешности измерений этих отношений по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta l}{l_1} + \frac{\Delta l}{l_2}, \quad \Delta_1 = \frac{l_1}{l_2} \varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 = \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{\Delta T}{T_2}, \quad \Delta_2 = \frac{T_1}{T_2} \varepsilon_2$$

**Вычисления:**

4. Сравните отношения  $l_1/l_2$  и  $T_1/T_2$ .

5. Сделайте вывод о справедливости закона Гей-Люссака.

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

### Контрольные вопросы

1. Почему после погружения стеклянной трубки в стакан с водой комнатной температуры и после снятия пластилина вода в трубке поднимается?

---

---

---

---

2. Почему при равенстве уровней воды в стакане и в трубке давление воздуха в трубке равно атмосферному?

---

---

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

**Дата:** \_\_\_\_\_

**Тема:** «Определение влажности воздуха».

**Цель:** определить относительную влажность воздуха.

**Оборудование:** психрометр, вода, психрометрическая таблица, таблица «Давление и плотность насыщенного водяного пара при различных температурах».

### Теория

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

**Абсолютной влажностью воздуха**  $\rho_a$  – называется плотность водяных паров, находящихся в воздухе при данной температуре.

$$\rho_a = \frac{m_{\text{водяного пара}}}{V_{\text{воздуха}}} \quad [\rho_a] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

**Относительная влажность воздуха**  $\varphi$  показывает, сколько процентов составляет абсолютная влажность от плотности насыщенного водяного пара при данной температуре:

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\% \quad , [\varphi] = \%$$

где  $\rho_n$  – плотность насыщенного водяного пара при данной температуре и определяется по таблице «Давление и плотность насыщенного водяного пара при различных температурах». Таким образом, относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

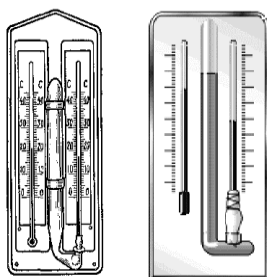


Рисунок – Психрометр

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью психрометра.

**Психрометр** или психрометр Августа (см. рисунок) состоит из двух термометров: сухого и увлажненного. На шарике увлажненного термометра закреплен фитиль, конец которого опущен в чашечку с водой. Вода, испаряясь с фитиля, забирает от термометра тепло, поэтому показания увлажненного термометра ниже, чем у сухого.

По показанию сухого и разности показаний сухого и увлажненного термометров с помощью психрометрической таблицы находится относительная влажность воздуха.

Температура, при которой охлажденный воздух становится насыщенным водяными парами, называется точкой росы  $T_p$

При точке росы абсолютная влажность воздуха равна плотности насыщенного пара  $\rho_n = \rho_a$

Запотевание холодного предмета, внесенного в теплую комнату, объясняется тем, что воздух вокруг предмета охлаждается ниже точки росы и часть имеющихся в нем водяных паров конденсируется.

### Подготовка к проведению и выполнению работы

1. Проверьте наличие воды в стаканчике психрометра и при необходимости долейте её.

2. Определите температуру сухого термометра.
3. Определите температуру влажного термометра.
4. Результаты измерений запишите в таблицу.
5. Пользуясь психрометрической таблицей, определить относительную влажность.

Показания термометров		Разность показаний термометров, $\Delta t$ °C	$\varphi$ , %	$\delta = \frac{\Delta \varphi}{\varphi} \cdot 100\%$
Сухого, t °C	Влажного, t °C			

**Вычисления:**

**Вывод:** \_\_\_\_\_

### Контрольные вопросы

1) Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра? При каком условии разность показаний термометров наибольшая?

\_\_\_\_\_

2) Температура в помещении понижается, а абсолютная влажность остается прежней. Как изменится разность показаний термометров психрометра?

\_\_\_\_\_

3) Почему после жаркого дня роса бывает более обильна?

\_\_\_\_\_

4) Относительная влажность воздуха при 20 °C равна 58%. При какой температуре выпадает роса?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

**Дата:** \_\_\_\_\_

**Тема:** «Изучение последовательного и параллельного соединения проводников».

**Цель:** проверить справедливость законов электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников.

**Оборудование:** источник постоянного тока, резисторы, амперметры постоянного тока, вольтметры постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода.

## Теория

**Законы электрического тока для последовательного соединения проводников:**

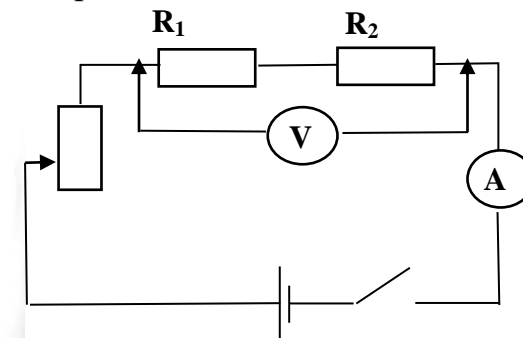
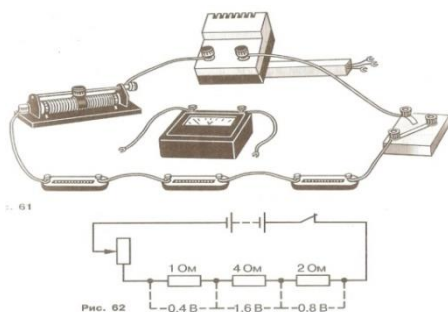
Сила тока	
Напряжение	
Сопротивление	

**Законы электрического тока для параллельного соединения проводников:**

Сила тока	
Напряжение	
Сопротивление	

## Проведение эксперимента и обработка результатов

1. Для изучения распределения сил токов и напряжений при последовательном соединении проводников соберите электрическую цепь, показанную на рисунке, и получите распределение напряжений. С помощью реостата установите стрелку амперметра на определенное деление.
2. Измерьте вольтметром напряжение в общей цепи и на отдельных потребителях.
3. Пользуясь законами электрического тока для последовательного соединения проводников, определите общее сопротивление и напряжение цепи, а также силу электрического тока в цепи.



Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу

Сила электрического тока $I$ в цепи	Напряжение на резисторе			Сопротивление резистора		
	$U_1$	$U_2$	$U_{\text{общ}}$	$R_1$	$R_2$	$R_{\text{общ}}$

**Вычисления:**

4. Для изучения распределения токов и напряжений при параллельном соединении проводников соберите электрическую цепь, показанную на рисунке, и получите распределение токов.

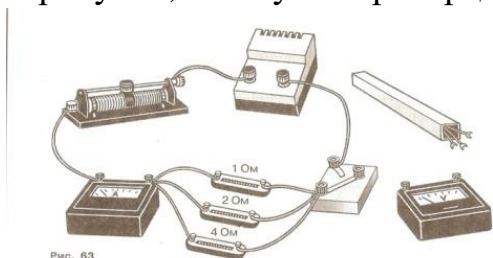


Рис. 63

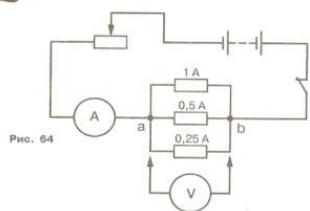
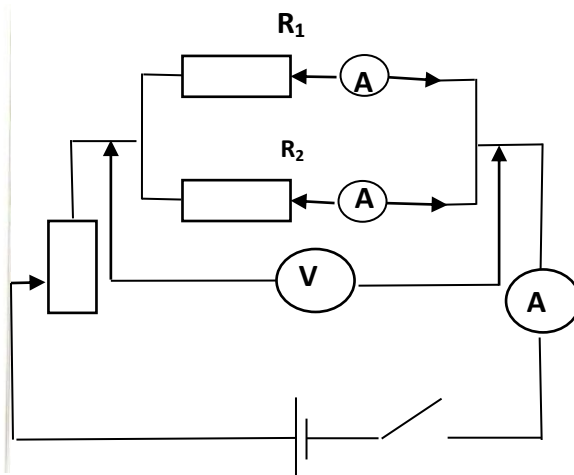


Рис. 64



5. Пользуясь законами электрического тока для параллельного соединения проводников, определите общее сопротивление и силу электрического тока, а также напряжение на резисторах.
6. Измерьте поочередно амперметром силу электрического тока в общей цепи и в цепях отдельных потребителей.

Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

Напряжение $U$ на резисторе	Сила электрического тока в цепи			Сопротивление резистора		
	$I_1$	$I_2$	$I_{\text{общ}}$	$R_1$	$R_2$	$R_{\text{общ}}$

7. Проведите расчеты по результатам эксперимента.
8. На основании проведенных опытов сделайте вывод о том, выполняются ли законы электрического тока для последовательного и параллельного соединений проводников.

**Вычисления:**

**Вывод:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Контрольные вопросы**

1) Почему последовательное соединение потребителей практически не используют в бытовой электропроводке?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Чему равно сопротивление участка цепи из  $N$  одинаковых резисторов сопротивлением  $R_1$  каждый, соединенных последовательно?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Как соединены лампочки в елочной гирлянде?

\_\_\_\_\_

4) Имеются вольтметры со шкалами измерений до 150 В. Как измерить напряжение в городской электрической сети?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) Студент ошибся и включил вольтметр вместо амперметра при измерении силы тока в лампе. Что произойдет с накалом нити лампы?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





## Проведение эксперимента, обработка результатов

1. Измерьте ЭДС источника тока.
2. Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе и вычислите  $r_{пр}$ . Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя данные о классе точности приборов.
3. Запишите результаты измерений ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока:

$$\xi = \xi_{пр} \pm \Delta\xi, \quad \varepsilon_E = \dots\%; \quad r = r_{пр} \pm \Delta r, \quad \varepsilon_r = \dots\%$$

### Вычисления:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

---

---

### Контрольные вопросы

1) Что такое внешний и внутренний участки цепи?

---

---

---

2) Какое сопротивление называется внутренним? Обозначение.

---

---

---

3) Чему равно полное сопротивление?

---

---

---

4) Дайте определение электродвижущей силы (ЭДС). Обозначение. Единицы измерения.

---

---

---

5) Сформулируйте закон Ома для полной цепи.

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Дата: \_\_\_\_\_

Тема: «Наблюдение действия магнитного поля на ток».

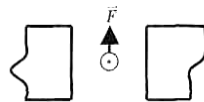
Цель: убедиться в том, что однородное магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие.

Оборудование: катушка-моток, штатив, источник постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода, магнит дугообразный или полосовой.

*Примечание. Перед работой убедитесь, что движок реостата установлен на максимальное сопротивление.*

### Тренировочные задания и вопросы

1. В 1820 г. Х. Эрстед обнаружил действие электрического тока на \_\_\_\_\_.
2. В 1820 г. А. Ампер установил, что два параллельных проводника с током \_\_\_\_\_.
3. Магнитное поле может быть создано: \_\_\_\_\_.
4. Что является основной характеристикой магнитного поля? В каких единицах в системе СИ измеряется? \_\_\_\_\_.
5. За направление вектора магнитной индукции  $B$  в том месте, где расположена рамка с током, принимают \_\_\_\_\_.
6. Перечислите свойства линий магнитной индукции?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
7. Правило буравчика позволяет \_\_\_\_\_.
8. Формула силы Ампера имеет вид:  $F_A =$  \_\_\_\_\_.
9. Сформулируйте правило левой руки для определения направления силы Ампера.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
10. Направление силы Ампера и направление тока в проводнике указаны. Определите полюса магнита.



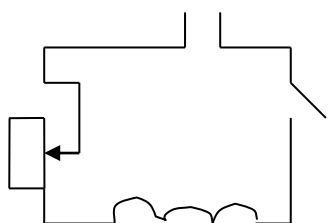
### Ход работы

1. Соберите цепь по рисунку, подвесив на гибких проводах катушку-моток.
2. Расположите дугообразный магнит под некоторым острым углом  $\alpha$  (например,  $45^\circ$ ) к плоскости катушки-мотка и, замыкая ключ, пронаблюдайте движение катушки-мотка.
3. Повторите опыт, изменив сначала полюсы магнита, а затем направление электрического тока.
4. Зарисуйте катушку-моток и магнит, указав направление магнитного поля, направление электрического тока и характер движения катушки-мотка.
5. Объясните поведение катушки-мотка с током в однородном магнитном поле.
6. Расположите дугообразный магнит в плоскости катушки-мотка ( $\alpha=0^\circ$ ). Повторите действия, указанные в пунктах 2-5.
7. Расположите дугообразный магнит перпендикулярно плоскости катушки-мотка ( $\alpha=90^\circ$ ). Повторите действия, указанные в пунктах 2-5.



### Дополнительное задание

Изменяя силу тока реостатом, пронаблюдайте, изменяется ли характер движения катушки-мотка с током в магнитном поле?



**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Дата: \_\_\_\_\_

Тема: «Изучение явления электромагнитной индукции».

Цель: изучить явление электромагнитной индукции, проверить правило Ленца.

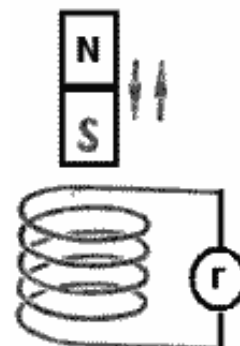
Оборудование: миллиамперметр, источник питания, катушки с сердечниками, магнит дугообразный или полосовой, реостат, ключ, соединительные провода, магнитная стрелка.

### Тренировочные задания и вопросы

- 28 августа 1831 г. М. Фарадей \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- В чем заключается явление электромагнитной индукции?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- Магнитным потоком  $\Phi$  через поверхность площадью  $S$  называют \_\_\_\_\_.
- В каких единицах в СИ измеряются  
а) индукция магнитного поля  $[B] =$  \_\_\_\_\_  
б) магнитный поток  $[\Phi] =$  \_\_\_\_\_
- Правило Ленца позволяет определить \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- Запишите формулу закона электромагнитной индукции.  
\_\_\_\_\_.
- В чем заключается физический смысл закона электромагнитной индукции?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- В чем заключается явление самоиндукции?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- Почему открытие явления электромагнитной индукции относят к разряду величайших открытий в области физики?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- Найдите направление индукционного тока в катушке при движении магнита.

### Ход работы

- Подключите катушку к зажимам миллиамперметра.
- Выполните следующие действия:



- а) введите северный (N) полюс магнита в катушку;
  - б) остановите магнит на несколько секунд;
  - в) удалите магнит из катушки (модуль скорости движения магнита приблизительно одинаков).
3. Запишите, возникал ли в катушке индукционный ток и каковы его особенности в каждом случае:
- а) \_\_\_\_\_
  - б) \_\_\_\_\_
  - в) \_\_\_\_\_
4. Повторите действия пункта 2 с южным (S) полюсом магнита и сделайте соответствующие выводы:
- а) \_\_\_\_\_
  - б) \_\_\_\_\_
  - в) \_\_\_\_\_
5. Сформулируйте, при каком условии в катушке возникал индукционный ток.
6. Объясните различие в направлении индукционного тока с точки зрения правила Ленца.

---

---

---

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

**Дата:** \_\_\_\_\_

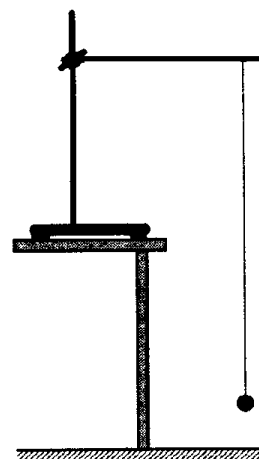
**Тема:** «Определение ускорения свободного падения при помощи маятника».

**Цель:** вычислить ускорение свободного падения и оценить точность полученного результата.

**Оборудование:** часы с секундной стрелкой, измерительная лента, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом.

### Ход 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 2-5 см от пола.
2. Измерьте лентой длину маятника:  $l =$  \_\_\_\_\_
3. Отклоните маятник от положения равновесия на 5-8 см и отпустите его.
4. Измерьте время 30-50 полных колебаний (например,  $N=40$ ).  $t_1 =$  \_\_\_\_\_
5. Повторите опыт еще 4 раза (число колебаний во всех опытах одинаковое).



$$t_2 = \text{_____} \quad t_3 = \text{_____} \quad t_4 = \text{_____} \quad t_5 = \text{_____}$$

6. Вычислите среднее значение времени колебаний.

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

$$t_{cp} =$$

7. Вычислите среднее значение периода колебаний.

$$T_{cp} = \frac{t_{cp}}{N},$$

$$T_{cp} =$$

8. Результаты вычислений и измерений занесите в таблицу.

№ опыта	t, с	t <sub>cp</sub> , с	N	T <sub>cp</sub> , с	l, м	Δt <sub>cp</sub> , с	Δl, м	Δg, м/с <sup>2</sup>	g <sub>cp</sub> , м/с <sup>2</sup>
1									
2									
3									
4									
5									

9. Вычислите ускорение свободного падения по формуле:  $g_{cp} = \frac{4\pi^2 l}{T_{cp}^2}$ .

$$g_{cp} =$$

10. Вычислите абсолютные погрешности измерения времени в каждом опыте.

$$\Delta t_1 = |t_1 - t_{cp}| =$$

$$\Delta t_2 = |t_2 - t_{cp}| =$$

$$\Delta t_3 = |t_3 - t_{cp}| =$$



$$\Delta t_4 = |t_4 - t_{cp}| =$$

$$\Delta t_5 = |t_5 - t_{cp}| =$$

11. Вычислите среднюю абсолютную погрешность измерений времени.

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}{5}$$

$$\Delta t_{cp} =$$

12. Вычислите относительную погрешность измерения  $g$  по формуле:

$$\varepsilon_g = \frac{\Delta l}{l} + \frac{2\Delta t_{cp}}{t_{cp}}, \text{ где } \Delta l = 0,75 \text{ см} \quad \varepsilon_g = \text{---} + \text{---}$$

$$\varepsilon_g =$$

13. Вычислите абсолютную погрешность измерения  $g$ .

$$\Delta g = \varepsilon_g \cdot g_{cp}$$

$$\Delta g =$$

14. Запишите результат в виде

$$g = g_{cp} \pm \Delta g$$

$$g =$$

15. Сравните полученный результат со значением  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

**Вывод:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Контрольные вопросы

1. Свободными механическими колебаниями называются \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. При каких условиях нитяной маятник можно считать математическим?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Период колебаний – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. В каких единицах в системе СИ измеряются:

а) период  $[T] =$  \_\_\_\_\_

б) частота  $[v] =$  \_\_\_\_\_

в) циклическая частота  $[\omega] =$  \_\_\_\_\_

г) фаза колебаний  $[\varphi] =$  \_\_\_\_\_

5. Запишите формулу периода колебаний математического маятника, полученную Г. Гюйгенсом.

---

6. Циклическая частота колебаний маятника равна  $2,5\pi$  рад/с. Найдите период и частоту колебаний маятника.

7. Уравнение движения маятника имеет вид  $x=0,08\sin 0,4\pi t$ . Определите амплитуду, период и частоту колебаний.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Дата: \_\_\_\_\_

Тема: «Измерение показателя преломления стекла».

Цель: вычислить показатель преломления стекла относительно воздуха.

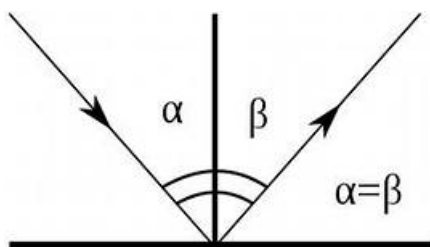
Оборудование: стеклянная пластинка с двумя боковыми плоскими параллельными гранями, лист бумаги, 3 булавки, транспортир, линейка с миллиметровыми делениями, карандаш.

### Теория

Закон отражения света:

1) падающий луч, отраженный луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, установленный в точку падения светового луча, лежат в одной плоскости,

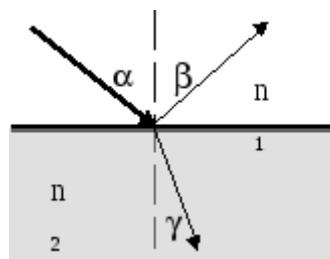
2) угол отражения равен углу падения:  $\angle \alpha = \angle \beta$



На границе двух сред свет меняет направление своего распространения. Часть световой энергии возвращается в первую среду, то есть происходит отражение света. Если вторая среда прозрачная, то часть света при определенных условиях может пройти через границу сред, меняя при этом, как правило, направление распространения. Это явление называется преломлением света.

Луч, распространяющийся в первой среде и достигающий границы, называется падающим лучом. Он образует с перпендикуляром к границе, проведенным через точку падения, угол  $\alpha$ , называемый углом падения.

Луч, прошедший во вторую среду, называют преломленным лучом. Угол  $\gamma$ , который этот луч образует с тем же перпендикуляром, называют углом преломления.



Закон преломления, установленный экспериментально в XVII веке, формулируется следующим образом:

1) падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, установленный в точку падения света, лежат в одной плоскости,

2) отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред.

Если  $\alpha$  – угол падения,  $\gamma$  – угол преломления, то

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

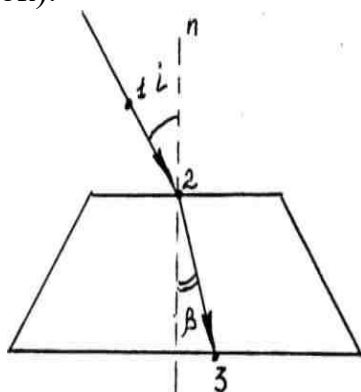
Постоянная величина  $n_{21}$  называется относительным показателем преломления или показателем преломления второй среды относительно первой.

Показатель преломления среды относительно вакуума называют абсолютным показателем преломления этой среды. Он равен отношению синуса угла падения к синусу угла преломления при переходе светового луча из вакуума в данную среду. Относительный показатель преломления  $n_{21}$  связан с абсолютными показателями  $n_2$  второй среды и  $n_1$  первой среды соотношением  $\frac{n_2}{n_1} = n_{21}$ .

Среду с меньшим абсолютным показателем преломления принято называть оптически менее плотной средой.

### Ход работы

1. Положите лист бумаги на стол и установите в его центральной части стеклянную пластинку с параллельными гранями. Обведите на бумаге контур пластинки карандашом.
2. С одной стороны стеклянной пластинки вколите две иглы так, чтобы одна из них расположилась на верхней грани пластинки, а вторая произвольно, но так, чтобы прямая, проходящая через эти иглы не совпадала с перпендикуляром к верхней грани.
3. Глядя через стекло, вколите третью иглу в нижнюю грань контура стеклянной пластинки так, чтобы она закрыла собой изображение двух первых игл (смотри рисунок).



4. Стекло и иглы снимите с листа, места проколов обозначьте точками 1, 2 и 3. Через точки 1, 2 и 3 проведите прямые линии до пересечения с контурами стекла. Через точку 2 проведите перпендикуляр к границе раздела двух сред: воздух – стекло.
5. Измерьте транспортиром угол падения  $\alpha$  и угол преломления  $\beta$ . Значения синусов этих углов определите по таблице, округлив до сотых.

6. Вычислите абсолютный показатель преломления по формуле:  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

7. Опыт повторите еще два раза, меняя каждый раз угол падения луча.

8. Определите погрешность измерений методом средней арифметической.

$$n_{\text{ср}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3}$$

9. Определите абсолютную погрешность:

$$\Delta n_1 = |n_{\text{ср}} - n_1|$$

$$\Delta n_2 = |n_{\text{ср}} - n_2|$$

$$\Delta n_3 = |n_{\text{ср}} - n_3|$$

$$\Delta n_{\text{ср}} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3}$$

10. Определите относительную погрешность:

$$\delta = \frac{\Delta n_{\text{ср}}}{n_{\text{ср}}} \cdot 100\%$$

11. Результаты всех измерений и вычислений занесите в таблицу.

№	Угол падения $\alpha$	Угол преломления $\beta$	Показатель преломления $n$	Среднее значение показателя преломления $n_{\text{ср}}$	Абсолютная погрешность $\Delta n$	Средняя абсолютная погрешность $\Delta n_{\text{ср}}$	Относительная погрешность $\delta, \%$
1							
2							
3							

12. Сравните полученные результаты показателя преломления стекла с табличным.

13. Сделайте вывод.

**Вычисления:**

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

## Контрольные вопросы

1. Преломление света – это явление \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Почему пальцы, опущенные в воду, кажутся короткими?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Почему из скипидара в глицерин свет проходит без преломления?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. В чем заключается физический смысл показателя преломления?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Чем отличается относительный показатель преломления от абсолютного?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Запишите формулу закона преломления света.  
\_\_\_\_\_
7. В каком случае угол преломления луча равен углу падения?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. При каком угле падения  $\alpha$  отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу? ( $n$  – относительный показатель преломления двух сред).  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

Дата: \_\_\_\_\_

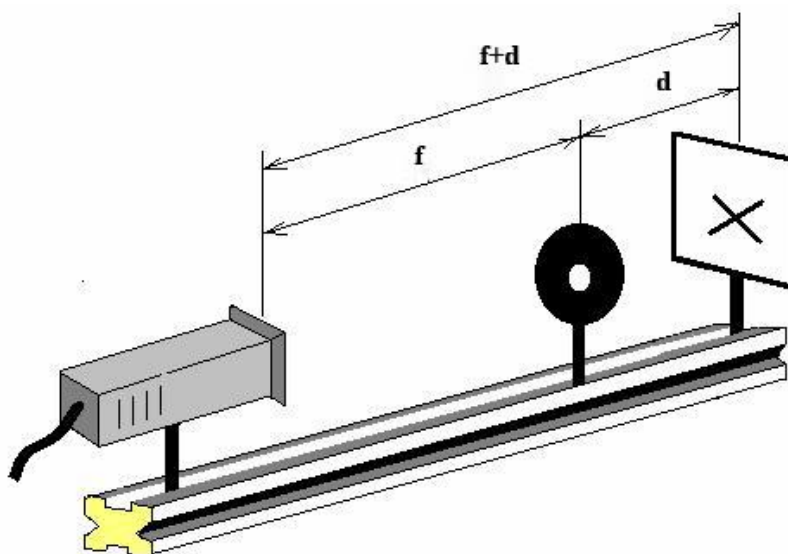
Тема: «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы».

Цель: 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.

### Ход работы

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.  $f_1 = -$
6. При неизменном  $d$  повторите опыт еще 2 раза, каждый раз заново получая резкое изображение.  $f_2 = -$        $f_3 = -$
7. Вычислите среднее значение расстояния от изображения до линзы.  
 $f_{cp} = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3}$        $f_{cp} = \frac{\quad}{3} =$        $f_{cp} = \quad$
8. Вычислите оптическую силу линзы  $D_{cp} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_{cp}}$        $D_{cp} = \frac{1}{\quad} + \frac{1}{\quad} =$
9. Вычислите фокусное расстояние до линзы.  $F_{cp} = \frac{1}{D_{cp}}$        $F_{cp} = \frac{1}{\quad} =$
10. Результаты вычислений и измерений занесите в таблицу.

№ опыта	$f \cdot 10^{-3}$ , м	$f_{cp} \cdot 10^{-3}$ , м	$d \cdot 10^{-3}$ , м	$D_{cp}$ , дптр	$\Delta D$ , дптр	$F_{cp}$ , м

11. Измерьте толщину линзы в мм.  $h =$  \_\_\_\_\_

12. Вычислите абсолютную погрешность измерения оптической силы линзы по формуле:

$$\Delta D = \frac{h}{2d^2} + \frac{h}{f_{cp}^2}, \quad \Delta D = \text{_____}$$

13. Запишите результат в виде  $D = D_{cp} \pm \Delta D$   $D =$  \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### Контрольные вопросы

1. Линзой называется \_\_\_\_\_

---



---

2. Тонкая линза – это

---

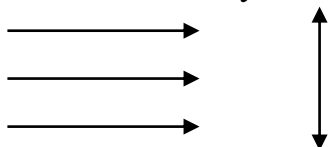


---



---

3. Покажите ход лучей после преломления в собирающей линзе.



4. Запишите формулу тонкой линзы.

---



5. Оптическая сила линзы – это

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$D =$  \_\_\_\_\_

6. Как изменится фокусное расстояние линзы, если температура ее повысится?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. При каком условии изображение предмета, получаемое с помощью собирающей линзы, является мнимым?

\_\_\_\_\_

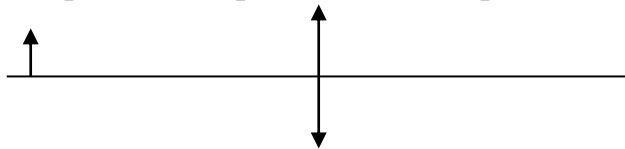
\_\_\_\_\_

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.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

Дата: \_\_\_\_\_

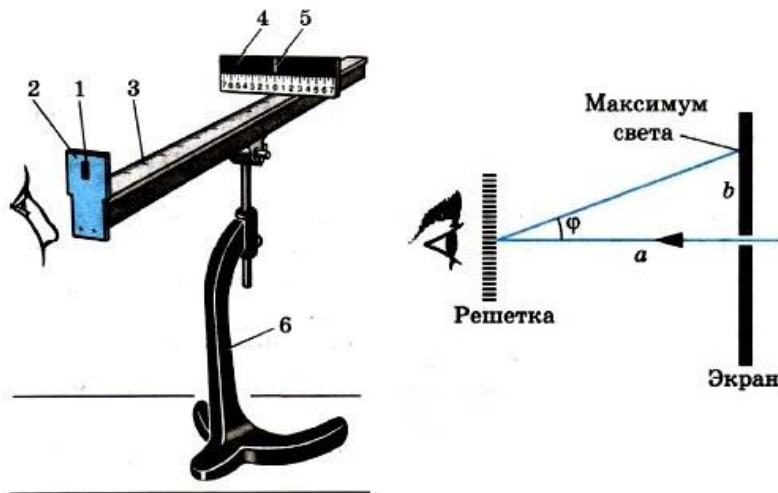
Тема: «Измерение длины световой волны».

Цель: измерить длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Оборудование: дифракционная решетка с периодом  $\frac{1}{100}$  мм, штатив, линейка с держателем для решетки и черным экраном с щелью посередине, который может перемещаться вдоль линейки, источник света.

### Ход работы

1. Включите источник света.



2. Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установите ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.
3. Установите экран на расстоянии приблизительно 50 см от решетки.
4. Измерьте расстояние от дифракционной решетки до экрана.  $a = \underline{\hspace{2cm}}$
5. Измерьте расстояние от щели экрана до линии первого порядка красного цвета слева и справа от щели.  
Слева:  $b = \underline{\hspace{2cm}}$  справа:  $b = \underline{\hspace{2cm}}$
6. Вычислите длину волны красного цвета слева от щели в экране.

$$\lambda_{кр1} = \frac{d \cdot b}{k \cdot a} \quad \lambda_{кр1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Вычислите длину волны красного цвета справа от щели в экране.

$$\lambda_{кр2} = \frac{d \cdot b}{k \cdot a} \quad \lambda_{кр2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Вычислите среднее значение длины волны красного цвета.

$$\lambda_{кр} = \frac{\lambda_{кр1} + \lambda_{кр2}}{2} \quad \lambda_{кр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

Цвет в спектре	Расположение спектра	k	d	a	b	$\lambda$	$\lambda_{cp}$
красный	Слева от щели						
	Справа от щели						
фиолетовый	Слева от щели						
	Справа от щели						

10. Повторите измерения и вычисления для фиолетового цвета.

**Вычисления:**

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

## Контрольные вопросы

1. Дисперсией света называется \_\_\_\_\_

---

---

2. Интерференция световых волн – это

---

---

---

3. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.

---

---

---

4. Дифракционная решетка представляет собой \_\_\_\_\_

---

---

---

5. Максимумы у дифракционной решетки возникают при условии

---

---

---

6. На дифракционную решетку с периодом  $d=2$  мкм нормально падает монохроматическая волна света. Определите длину волны, если  $k=4$ .

---

---

---

---

7. Почему частицы размером менее  $0,3$  мкм в оптическом микроскопе не видны?

---

---

---

8. Зависит ли положение максимумов освещенности, создаваемых дифракционной решеткой, от числа щелей?

---

---

---

