

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВЫСШИЙ КОЛЛЕДЖ «ПОЛИТЕХНИК»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМР

Е.Ю. Кузнецов

«26» ноя 2020г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ПД.02 ФИЗИКА

по специальности 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности ав-  
томатизированных систем

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

Предметно-цикловой комиссией

Протокол № 7

« 25 » июне 20 20 г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ /Л.Н.Смирнова/

Разработчик – Шарапова Елена Николаевна, преподаватель высшей квалификационной категории Высшего колледжа ПГТУ «Политехник».

Методические рекомендации предназначены для обучающихся специальности 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем и направлены на оказание практической помощи при выполнении практических работ по дисциплине ПД.02 ФИЗИКА

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
3. ТЕМАТИКА, СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
4. КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации предназначены в качестве методических материалов при проведении практических работ по дисциплине Физика для специальности 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем.

Физика, одна из важнейших отраслей естествознания, относится к опытным наукам. Первый шаг для установления закономерностей физических явлений состоит в наблюдении. Для этого надо уметь выделить наиболее важные элементы физического явления. Вторым шагом будет изменение условий, в которых протекает явление, то есть переход от простого наблюдения к эксперименту.

Основная трудность при проведении физического практикума состоит в невозможности обеспечить в учебных лабораториях наблюдения физических явлений. Для повышения эффективности усвоения основ физической науки используется принцип генерализации учебного материала – такого отбора, при котором главное внимание уделено изучению основных фактов, понятий, законов и методов физической науки. Отсюда вытекает повышение требований к умениям студентов применять основные положения науки для самостоятельного объяснения физических явлений, результатов эксперимента, действия приборов и установок, решения задач различных типов.

## 2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических занятий разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины Физика специальности среднего профессионального образования 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем.

Цели и задачи практических занятий:

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;

- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, выполнения лабораторных работ;

- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий, использование приобретенных знаний и умений для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий прежде всего ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности.

### 3. ТЕМАТИКА, СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Наименование темы	Самостоятельная работа обучающихся	Количество часов
<b>Раздел 1. Механика</b>		
Тема 1.2. Законы механики Ньютона.	Изучение особенностей силы трения (скольжения)	2
Тема 1.3. Законы сохранения в механике.	Изучение закона сохранения импульса и реактивного движения	2
	Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела	2
	Изучение законов сохранения на примере при ударе шаров и баллистического маятника	2
<b>Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики.</b>		
Тема 2.3. Свойства веществ в различных агрегатных состояниях.	Определение относительной влажности воздуха	2
	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости	2
	Наблюдение процесса кристаллизации. Изучение деформации растяжения	2
<b>Раздел 3. Электродинамика</b>		
Тема 3.2. Законы постоянного тока.	Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников	2
	Определение коэффициента полезного действия электрического чайника	2
	Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения	2
<b>Раздел 4. Колебания и волны.</b>		
Тема 4.1. Механические колебания.	Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.	2
Тема 4.3. Электромагнитные колебания.	Индуктивное и емкостное сопротивление в цепи переменного тока	2
<b>Раздел 5. Геометрическая и волновая оптика.</b>		
Тема 5.1. Природа света.	Измерение показателя преломления стекла	2
Тема 5.2. Волновые свойства света.	Изучение интерференции и дифракции света	2
<b>Раздел 7. Квантовая и атомная физика.</b>		
Тема 7.1. Квантовая оптика.	Контрольная работа по теме 7.1.	2
Итого		30

## Практическая работа № 1

**Тема:** Изучение особенностей силы трения (скольжения).

**Цель:** измерить коэффициент трения скольжения дерева по дереву; убедиться, что коэффициент трения скольжения не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.

**Оборудование:** деревянный брусок, деревянная линейка, набор грузов массой по 100г, динамометр.

**Количество часов:** 2.

**Порядок работы:**

### **Теоретические сведения:**

При любом движении тело всегда контактирует с окружающей средой. При этом контакте обязательно возникают силы, замедляющие движение тела, - эти силы называют *силами трения*.

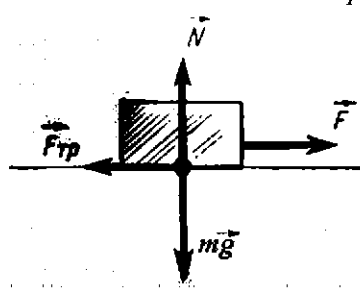
**Сила трения** – это сила, возникающая при движении или попытке движения одного тела по поверхности другого или при движении тела внутри жидкой или газообразной среды.

Сила трения всегда направлена вдоль поверхности соприкасающихся тел противоположно скорости их относительного смещения.

Трение между поверхностью твердого тела и жидкой или газообразной средой, в которой движется данное тело, называют *сопротивлением среды или жидким (вязким) трением*.

*Сухим трением* называют трение между поверхностями двух соприкасающихся твердых тел. Различают три вида сухого трения: трение покоя, трение скольжения, трение качения.

В данной работе мы изучаем *силу трения скольжения*, которая возникает в случае, когда внешняя сила, действующая на тело, становится равной максимальной *силе трения покоя* и тело начинает скользить.



$\vec{F}_{\text{тр}}$  - сила трения скольжения;

$\vec{F}$  - внешняя сила;

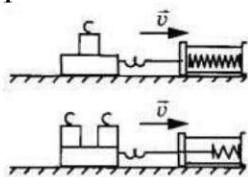
$\vec{N}$  - сила реакции опоры;

$m\vec{g}$  – сила тяжести, по модулю равна весу тела  $\vec{P}$ .

Рис.1 Силы, действующие на тело, движущееся вдоль по горизонтальной поверхности.

**Сила трения скольжения**  $\vec{F}_{\text{тр}}$  - это сила, возникающая при относительном движении (скольжении) одного тела по поверхности другого. Экспериментально установлено, сила трения скольжения зависит от свойств соприкасающихся поверхностей тел и прямо пропорциональна силе реакции опоры  $\vec{N}$ . Зависимость записывается в виде:  $\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \vec{N}$ , где  $\mu$  - коэффициент трения скольжения, зависит от материалов, из которых изготовлены соприкасающиеся тела и качества обработки их поверхности.

Коэффициент трения скольжения зависит от *относительной скорости движения соприкасающихся поверхностей*. При решении задач при малых скоростях эта зависимость незначительна.



*Если сила, прижимающая брусок к поверхности стола, увеличивается в 2 раза, сила трения скольжения тоже увеличивается в 2 раза.*

Рис.2 Зависимость силы трения скольжения от веса тела.

### Подготовка к эксперименту

1. Ознакомьтесь с устройством и принципом действия динамометра.
2. Определите цену деления и пределы измерения шкалы динамометра.

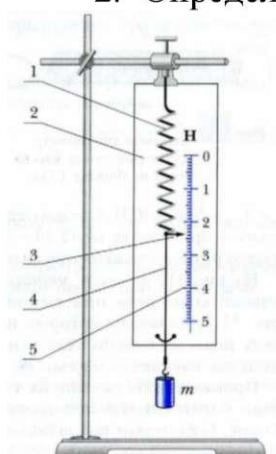


Рис.3 Динамометр.

*Простейший лабораторный динамометр представляет собой деревянную или пластиковую панель 2 с нанесенной шкалой 5. К небольшому порошку на панели прикреплен пружина 1, свободный конец которой имеет указатель 3 с проволочным проводком 4 и крючком на конце.*

### Эксперимент

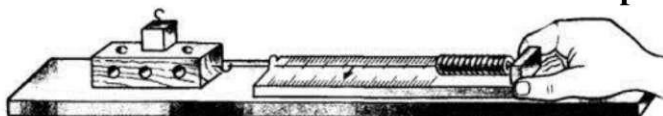


Рис. 4 Схема эксперимента.

1. Измерьте вес бруска, подвесив его к крючку динамометра (рис.3). Вес бруска по модулю равен силе реакции опоры. ( $P = N$ )
2. Положите брусок широкой гранью на горизонтально расположенную линейку (рис.4). С помощью динамометра равномерно перемещайте брусок. По показаниям динамометра определите силу трения скольжения:  $F_{тр} = F_{упр}$ .
3. Повторите эксперимент еще 3 раза, поочередно положив на брусок один груз, потом два груза. Для каждого опыта вычислите силу реакции опоры:  $N = P_{брус} + P_{груз}$
4. Положив брусок на узкую грань, повторите опыты.
5. Результаты измерений заносите в таблицу.



Таблица

№	Широкая грань бруска			Узкая грань бруска
	Сила трения скольжения $F_{тр}, Н$	Сила реакции опоры $N, Н$	Сила трения скольжения $F_{тр}, Н$	Сила реакции опоры $N, Н$

### Обработка результатов эксперимента

1. Выполните следующие действия для того, чтобы найти среднее значение коэффициента трения скольжения  $\mu_{ср1}$  для широкой грани бруска:

А) По результатам опытов постройте график зависимости силы трения скольжения от силы реакции опоры  $F_{тр}(N)$  (Внимание: если тело не давит на опору  $F_{тр}=0$ , то график проходит через точку (0;0); график необходимо проводить так, чтобы многие точки легли на прямую и по разные стороны от прямой оказалось примерно одинаковое количество точек).

Б) Выбрав на графике произвольную точку и определив соответствующие ей силы трения скольжения и реакции опоры рассчитайте среднее значение ко-

эффициента трения скольжения  $\mu_{ср1}$  по формуле:  $\mu_{ср1} = \frac{F_{тр}}{N}$ .

1. Аналогично вычислите среднее значение коэффициента трения скольжения  $\mu_{ср2}$  для узкой грани бруска.
2. Сравните полученные результаты, запишите предварительные выводы.
3. Вычислите среднее арифметическое значение коэффициента трения скольжения по формуле:

$$\mu_{ср} = \frac{\mu_{ср1} + \mu_{ср2}}{2}.$$

1. Оцените абсолютную и относительную погрешности измерения коэффициента трения скольжения для узкой и широкой граней бруска:

А) Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения силы упругости и силы реакции опоры:

$$\varepsilon_F = \frac{\Delta F_{\square}}{F_{\text{нн}}}, \quad \varepsilon_N = \frac{\Delta N_{\square}}{N_{\text{нн}}},$$

Б) Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения коэффициента трения скольжения:

$$\varepsilon_{\mu} = \varepsilon_F + \varepsilon_N; \quad \Delta \mu = \varepsilon_{\mu} \cdot \mu_{ср}.$$

1. Округлите результаты, запишите результаты измерения коэффициента трения скольжения для поверхности соприкосновения дерево – дерево в виде:

$$\mu = \mu_{\text{ср}} \pm \Delta \mu$$

### **Анализ эксперимента и его результатов.**

Проанализируйте эксперимент и его результаты. Сделайте вывод, в котором укажите, какую величину вы измерили, каков результат измерения, в чем причина погрешности, зависит ли измеренная величина от площади поверхности бруска.

## **Практическая работа № 2**

*Тема:* Изучение закона сохранения импульса и реактивного движения.

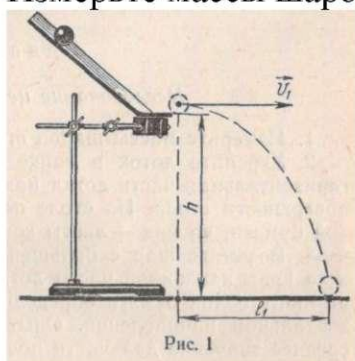
*Цель:* Цель: экспериментально подтвердить справедливость закона сохранения импульса для двух шаров разной массы при их центральном столкновении.

**Оборудование:** Оборудование: штатив для фронтальных работ; лоток дугообразный; шары диаметром 25 мм - 3 шт.; линейка измерительная 30 см с миллиметровыми делениями; листы белой и копировальной бумаги; весы учебные.

*Количество часов:* 2.

*Порядок работы:*

Измерьте массы шаров  $m_1$  и  $m_2$  с помощью весов.

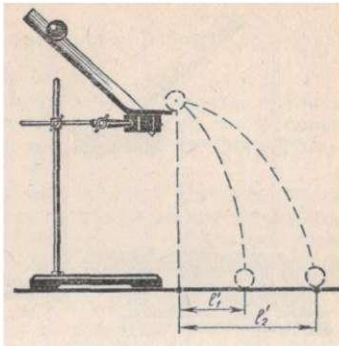


Укрепите лоток в лапке штатива таким образом, чтобы горизонтальная часть лотка находилась на расстоянии 20 см от поверхности стола. На столе перед лотком положите листы белой бумаги, на них - листы копировальной бумаги. Возьмите шар с большей массой, установите его у верхнего края наклонной части лотка. Отпустите шар и по отметке на листе белой бумаги определите его дальность полета в горизонтальном направлении. Опыт повторите три раза и найдите среднее значение дальности полета  $l_{10}$  (см. рис. 1).

Зная высоту края лотка  $h$  над столом, вычислите время падения шара, затем горизонтальные составляющие его скорости  $V_{10}$  и импульса  $p_{10}$ .

Установите на краю горизонтальной части лотка второй шар и осуществите запуск первого шара таким же образом, как в первом опыте. По отметкам на бумаге найдите дальности полетов шаров в горизонтальном направлении после их столкновения. Опыт повторите три раза и найдите средние значения дальности полета первого шара  $l_1$  и дальности полета второго шара  $l_2$  (рис. 2).





6. По найденным числовым значениям дальностей полетов  $l_1$  и  $l_2$  вычислите числовые значения скоростей шаров после столкновения  $V_1$  и  $V_2$  и их импульсов  $p_1$  и  $p_2$ . Сравните импульс первого шара до столкновения  $p_1$  с суммой импульсов двух шаров после столкновения  $p_1 + p_2$ .

7. Сделайте вывод.

### **Практическая работа № 3**

*Тема:* Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела

**Цель** экспериментальная проверка теоремы о кинетической энергии.

**Оборудование:** штативы для фронтальных работ — 2 шт.; динамометр учебный; линейка измерительная 30 см с миллиметровыми делениями; весы учебные со штативом; гири Г4-210, краска.

*Количество часов:* 2.

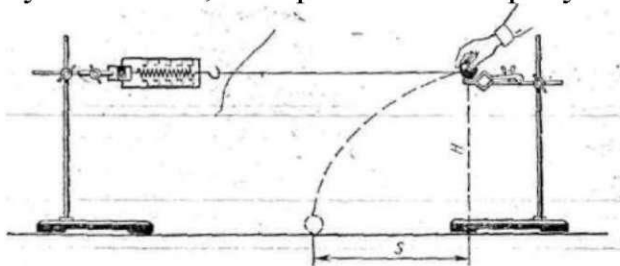
*Порядок работы:*

#### **Теоретический материал**

Теорема о кинетической энергии утверждает, что работа силы, приложенной к телу, равна изменению кинетической энергии тела:

$$A = E_{k1} - E_{k2} = \Delta E_k$$

Для экспериментальной проверки этого утверждения можно воспользоваться установкой, изображенной на рисунке.



В лапке штатива закрепляют горизонтально динамометр. К его крючку привязывают шар на нити длиной 60—80 см. На другом штативе на такой же высоте, как и динамометр, закрепляют лапку. Установив шар на краю лапки, штатив вместе с шаром отодвигают от первого штатива на такое расстояние, чтобы на шар действовала сила упругости  $F_{упр}$  со стороны пружины динамометра. Затем шар отпускают. Под действием силы упругости шар приоб-

ретает скорость, его кинетическая энергия изменяется от 0 до  $\frac{mv^2}{2}$ .

*Порядок выполнения работы:*

1. Укрепите на штативах динамометр и лапку для шара на одинаковой высоте  $H = 40$  см от поверхности стола. Зацепите за крючок динамометра нить с привязанным шаром. Пометьте его краской.

2. Удерживая шар на лапке, отодвигайте штатив до тех пор, пока показание динамометра станет равным 2 Н. Отпустите шар с лапки и заметьте место его падения на столе по следу краски. Опыт повторите 2—3 раза и определите среднее значение дальности полета  $S$  шара.

3. Измерьте массу шара с помощью весов и вычислите изменение кинетической энергии шара под действием силы упругости

4. Измерьте деформацию пружины динамометра при силе упругости 2Н. Вычислите работу  $A$  силы упругости:

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$$

5. Оцените границы погрешности определения значения изменения кинетической энергии и работы  $A$  силы упругости.

$$\Delta A = F_{\text{упр}} \cdot x = \frac{1}{2} F_{\text{упр}} \cdot x$$

Динамометр имеет погрешность  $= 0,05$ Н, погрешность  $= 0,02$  кг,  $= 0,02$ .  
Относительная погрешность изменения кинетической энергии

$$\varepsilon_{\Delta E_k} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{2\Delta S}{S} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta H}{H}$$

Абсолютная погрешность изменения кинетической энергии

$$\Delta(\Delta E_k) = \varepsilon_{\Delta E_k} \cdot E_k$$

6. Сравните полученные значения работы  $A$  силы упругости и изменения кинетической энергии  $E_k$  шара. Сделайте вывод.

#### **Практическая работа № 4**

**Тема:** Изучение законов сохранения на примере при ударе шаров и баллистического маятника

**Цель:** экспериментально проверить справедливость закона сохранения импульса тел при прямом упругом соударении.

**Оборудование:** два металлических шарика разной массы, рама для подвеса шариков, линейка.

*Количество часов:* 2.

*Порядок работы:*

#### **Теория**

Установка состоит из двух стальных шаров, на длинных подвесах и измерительной линейки под шарами. Центры масс, соприкасающихся шаров лежат на одном уровне от точки подвеса. Отведя один из шаров (например, большей массы) в сторону и отпустив его, можно произвести прямой (центральный) удар шаров. Если до столкновения один из шаров покоился  $v_2=0$ , то выражение закона сохранения импульса упростится. При прямом ударе оба шара после столкновения движутся по одной прямой, поэтому от векторной формы записи закона сохранения импульса можно перейти к алгебраической и

учитывая, что после столкновения оба шара движутся в одном направлении,

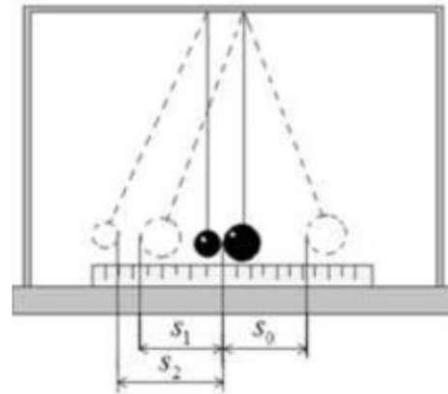


Рис.1

получим:  $m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$  (рис.1).

Для определения скорости первого шара  $v_1$  до удара и скоростей шаров  $v'_1$  и  $v'_2$  после удара воспользуемся законом сохранения механической энергии. Потенциальная энергия шара в положении максимального отклонения равня-

ется его кинетической энергии при ударе  $mgh = \frac{mv^2}{2}$ , отсюда  $v = \sqrt{2gh}$ .

Высоту подъема шара можно определить по его максимальному отклонению  $s$  от положения равновесия (рис.2).

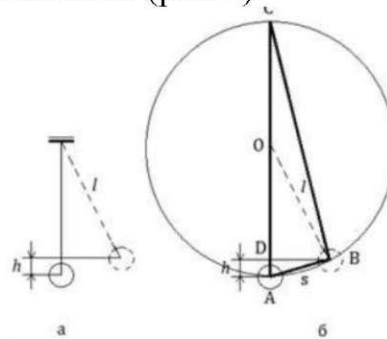


Рис.2

*Порядок работы:*

1. Перенесите рисунок 2 в отчет по работе.
2. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений

№	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$S_0, \text{мм}$	$S_1, \text{мм}$	$S_2, \text{мм}$	$m_1 \cdot S_0, (\text{г} \cdot \text{мм})/\text{с}$	$m_1 \cdot S_1, (\text{г} \cdot \text{мм})/\text{с}$	$m_2 \cdot S_2, (\text{г} \cdot \text{мм})/\text{с}$	$m_1 \cdot S_1 + m_2 \cdot S_2, (\text{г} \cdot \text{мм})/\text{с}$

3. Определите массы шаров  $m_1$  и  $m_2$ . Запишите их результат в таблицу.
4. Отрегулируйте подвеску шаров так, чтобы их центры и точка касания находились на одной горизонтальной линии.
5. Отклоните шар большей массы на 5 см от положения равновесия ( $S_0$ ) и затем отпустите его. Заметьте максимальное отклонение этого шара после удара



- (S1). Повторите опыт 5 раз и найдите среднее значение отклонения  $S1_{\text{ср}}$ . Запишите его в таблицу (S1).
6. Повторите опыт 5, но теперь заметьте после удара максимальное отклонение шара с меньшей массой (S2). Повторите опыт 5 раз, и найдите среднее значение отклонения  $S2_{\text{ср}}$ . Запишите его в таблицу (S2).
7. Отклоните шар большей массы на 8 см от положения равновесия (S0) и затем отпустите его. Заметьте максимальное отклонение этого шара после удара (S1). Повторите опыт 5 раз и найдите среднее значение отклонения  $S1_{\text{ср}}$ . Запишите его в таблицу (S1).
8. Повторите опыт 7, но теперь заметьте после удара максимальное отклонение шара с меньшей массой (S2). Повторите опыт 5 раз, и найдите среднее значение отклонения  $S2_{\text{ср}}$ . Запишите его в таблицу (S2).
9. Используя значения  $S0$ ,  $S1$  и  $S2$ , вычислите импульс шара до удара  $m1 \cdot S0$  и сумму импульсов шаров после удара  $m1 \cdot S1 + m2 \cdot S2$  и внесите в таблицу их результаты.
10. Сравните импульс шара до удара с суммой импульсов шаров после удара. Запишите вывод по полученным результатам работы.
11. Ответьте на контрольные вопросы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое импульс материальной точки? По какой формуле он находится?
2. Импульс – величина векторная или скалярная?
3. Запишите формулу и формулировку закона сохранения импульса?
4. Выполняется ли закон сохранения импульса при распаде тела?
5. Какое движение называется реактивным?
6. Выполняется ли закон сохранения импульса при реактивном движении?

### **Практическая работа № 5**

**Тема:** Определение относительной влажности воздуха

**Цель:** освоить прием определения относительной влажности воздуха, основанный на использовании психрометра..

**Оборудование:** Психрометр, психрометрическая таблица.

**Количество часов:** 2.

**Порядок работы:**

**Задание 1.** Измерить влажность воздуха с помощью психрометра.

1. Подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1				

2. Рассмотреть устройство психрометра.
3. По показаниям сухого термометра измерить температуру воздуха  $t_{\text{сухого}}$  в помещении.
4. Записать показания термометра, резервуар которого обмотан марлей  $t_{\text{влажного}}$

5. Вычислить разность показаний термометров  $\Delta t = t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}$
6. По психрометрической таблице определить влажность воздуха  $\phi$
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.
8. Сделайте вывод о том, нормальная ли влажность воздуха в помещении.
9. Ответьте на контрольные вопросы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Почему при продувании воздуха через эфир, на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
2. Почему показания «влажного» термометра меньше показаний «сухого» термометра?
3. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?
4. При каком условии разности показаний термометров наибольшая?
5. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого» термометра?
6. Сухой и влажный термометр психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
7. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

### Практическая работа № 6

**Тема:** Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

**Цель:** определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель. **Оборудование:** сосуд с водой, шприц, сосуд для сбора капель.

**Количество часов:** 2.

**Порядок работы**

1. Начертили таблицу:

№ опыта	Масса капля m, кг	Число капль n	Диаметр канала шприца d, м	Поверхностное натяжение $\sigma$ , Н/м	Среднее значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{ср}}$ , Н/м	Табличное значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{таб}}$ , Н/м	Относительная погрешность $\delta$ %
1	$1 \cdot 10^{-3}$	21	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,066	0,069	0,072	41,67
2	$2 \cdot 10^{-3}$	40	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,069			
3	$3 \cdot 10^{-3}$	59	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,071			

Вычисляем поверхностное натяжение по формуле  $\sigma = \frac{mg}{n\pi d}$

$$\sigma_1 = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{21 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,066 \text{ Н/м}$$

$$\sigma_2 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{40 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,069 \text{ Н/м}$$



$$\sigma_3 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{59 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,071 \text{ Н/м}$$

Находим среднее значение поверхностного натяжения по формуле:  $\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{0,066 \text{ Н/м} + 0,069 \text{ Н/м} + 0,071 \text{ Н/м}}{3} = \frac{0,206 \text{ Н/м}}{3} = 0,069 \text{ Н/м}$$

Определяем относительную погрешность методом оценки результатов измерений.

$$\delta = \frac{|\sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{ср}}|}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{|0,072 \text{ Н/м} - 0,069 \text{ Н/м}|}{0,072 \text{ Н/м}} \cdot 100\% = \frac{0,003 \text{ Н/м}}{0,072 \text{ Н/м}} \cdot 100\% = 0,04167 \cdot 100\% = 4,167\%$$

Вывод: я измерил поверхностное натяжение жидкости (воды), оно получилось равным 0,069 Н/м, что с учетом погрешности 4,17% совпадает с табличным значением.

## **Практическая работа № 7**

*Тема:* Наблюдение процесса кристаллизации.

**Цель:** опытным путём определить температуру кристаллизации парафина, построить график её зависимости от времени.

**Оборудование:** пробирка с парафином, пробиркодержатель, лабораторный термометр 0-100°C, стакан с горячей водой 150 - 200 мл, часы.

*Количество часов:* 2.

*Порядок работы:*

### **Теория**

Одной из характеристик кристаллических тел, отличающих их от аморфных, является определённая температура плавления (и равная ей температура кристаллизации). Другими словами, когда кристаллическое тело при постоянном нагревании достигает температуры плавления, его температура на некоторое время перестаёт повышаться, и только тогда, когда всё тело становится жидким, его температура начинает снова возрастать. Такая же задержка в изменении температуры происходит и при остывании жидкости, превращающейся в кристаллическое тело.

По мере охлаждения расплавленного кристаллического вещества его частицы замедляют свое хаотическое движение. При достижении температуры плавления скорость движения частиц уменьшается, и они под действием сил притяжения начинают «пристраиваться» одна к другой, образуя кристаллические зародыши. Пока все вещество не закристаллизуется, температура его остается постоянной. **Это температура кристаллизации или температура плавления данного кристаллического тела.**

После этого как все вещество перейдет в твердое состояние, температура его снова начинает понижаться.



Твёрдые парафины являются кристаллическими телами. В данной работе на опыте убедимся в кристаллической природе высокоочищенного (белого) парафина, применяемого в физиотерапии.

### Ход работы

1. Для записи результатов измерений подготовьте таблицу:

Время, Т, мин.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Температура, $t^{\circ}$ , $^{\circ}\text{C}$													

2. Опустите в стакан с горячей водой (около  $80^{\circ}\text{C}$ ) пробирку с парафином и наблюдайте за тем, как он плавится.

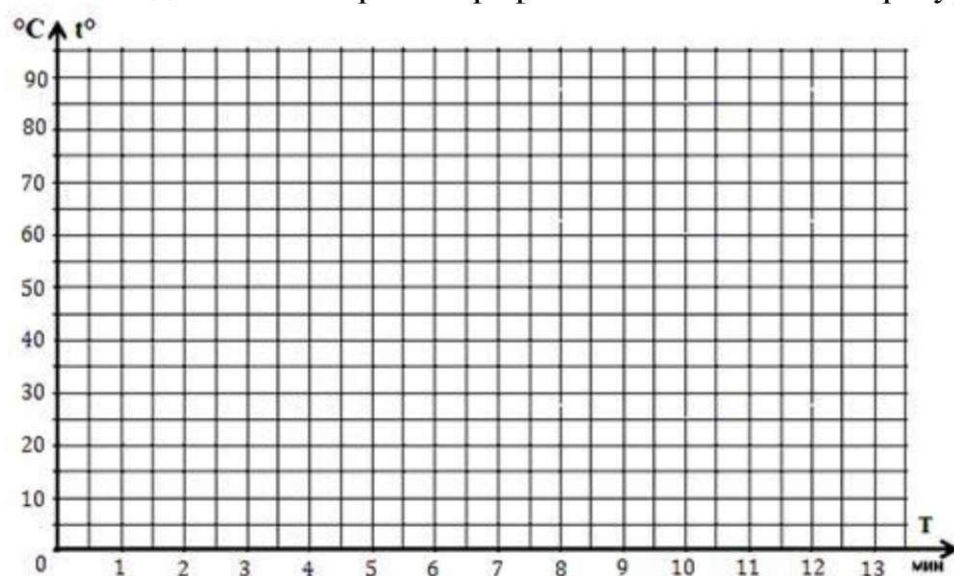
3. После того, как парафин расплавится, перенесите пробирку в стакан, куда налито около 150 мл холодной воды, и опустите в расплавленный парафин (в его середину) термометр.

**Внимание! Термометр не должен касаться стенок пробирки. Во время опыта пробирка с парафином должна быть в покое.**

4. С момента, когда температура парафина начнет понижаться, с интервалом в 1 минуту записывайте показания термометра.

5. Продолжая записывать показания термометра, наблюдайте этап перехода парафина в твердое состояние.

6. При охлаждении до  $50^{\circ}\text{C}$  -  $45^{\circ}\text{C}$  прекратите измерения. По экспериментальным данным постройте график зависимости температуры  $t^{\circ}$  от времени Т.



. По графику определите температуру кристаллизации парафина.

8. Запишите общий вывод и ответьте на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы.

1. Какие вещества называются кристаллическими? Аморфными? Приведите примеры.

2. Как по графику изменения температуры вещества при нагревании от времени определить температуру плавления кристаллического тела?
3. Отметьте на графике участки, соответствующие:
  - а) жидкому состоянию парафина (обозначьте этот участок буквами АВ);
  - б) смеси парафина в жидком и твёрдом состояниях (обозначьте этот участок буквами ВС);
  - в) твёрдому состоянию парафина (обозначьте этот участок буквами CD).
4. Объясните характер поведения молекул вещества на каждом участке состояния парафина.
5. Чем отличаются графики зависимости температуры от времени кристаллических и аморфных тел?

### **Практическая работа № 8**

**Тема:** Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников

**Цель:** установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления. Экспериментальная проверка законов последовательного и параллельного соединений проводников:

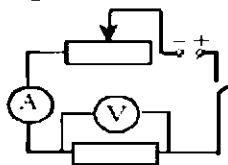
- 1) ознакомиться с приборами для проведения этой лабораторной работы
- 2) научиться соединять резисторы последовательно и параллельно
- 3) научиться измерять и рассчитывать сопротивление при последовательном и параллельном соединении резисторов

**Оборудование:** амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

**Количество часов:** 2.

**Порядок работы:**

1. Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему).



**2. Опыт 1.** Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи. Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

Напряжение, В	
Сила тока, А	

3. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения. Сделайте вывод.

**4. Опыт 2.** Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах. Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте

	в	табл	2.
Сопротивление участка, Ом			
Сила тока, А			

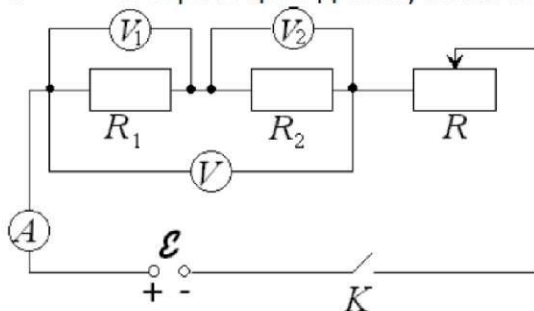
1. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления. Сделайте вывод.

## 2. Изучение последовательного и параллельного соединений проводников

### 1 часть: изучение последовательного соединения

1. Заполните пропуски в формулах последовательного соединения  
 $U = U_1 + U_2$        $R = R_1 + R_2$        $\frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R_2}$

2. Соберите цепь для изучения последовательного соединения по схеме:



3 Измерьте силу тока. Поочерёдно включая вольтметр к первому резистору, ко второму резистору и ко всему участку, измерьте напряжение. Результаты измерений занесите в таблицу

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

4 Вычислите сопротивления и занесите результаты в таблицу

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \dots \text{Ом} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \dots \text{Ом} \quad R = \frac{U}{I} = \dots \text{Ом}$$

5 Проверьте формулы (см пункт 1) последовательного соединения по данным таблицы

6 Посмотрите на резисторы и запишите:  $R_1 = \dots \text{Ом}$        $R_2 = \dots \text{Ом}$

7 Вычислите рассчитанное сопротивление при последовательном соединении  $R = R_1 + R_2 = \dots \text{Ом}$

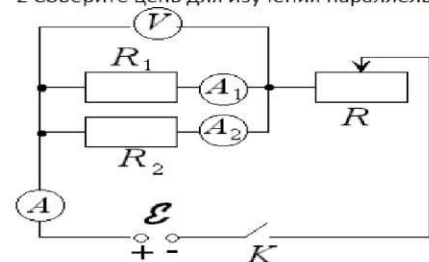
8 Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при последовательном соединении

### 2 часть: Изучение параллельного соединения

1 Заполните пропуски в формулах параллельного соединения

$$I = I_1 + I_2 \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

2 Соберите цепь для изучения параллельного соединения





3 Замкните цепь и измерьте силу тока и напряжение на участке при параллельном соединении

Запишите:  $I = \dots\dots\dots A$   $U = \dots\dots\dots V$

4 Пользуясь измеренными данными вычислите сопротивление участка при параллельном соединении

$$R = \frac{U}{I} = \dots\dots\dots \text{Ом} \quad (\text{измеренное сопротивление})$$

5 Посмотрите на резисторы и запишите  $R_1 = \dots\dots\dots \text{Ом}$   $R_2 = \dots\dots\dots \text{Ом}$

6 Вычислите по формуле (см пункт1) сопротивление при параллельном соединении

$$\frac{1}{R} = \dots\dots\dots \text{Ом} \quad (\text{рассчитанное сопротивление})$$

7 Сравните рассчитанное и измеренное сопротивления при параллельном соединении

### **Контрольный вопрос**

Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

**Вывод.**

## **Практическая работа № 9**

**Тема:** Определение коэффициента полезного действия электрического чайника

**Цель:** научиться определять КПД электроприборов на примере электро-чайника.

**Оборудование:** Электрический чайник, термометр, часы с секундной стрелкой.

*Количество часов: 2.*

*Порядок работы:*

1. Рассмотрите электрочайник. По паспортным данным определите электрическую мощность электроприбора  $P$ .

2. Налейте в чайник воду объёмом  $V$ , равным 1 л или 1,5 л.

3. Измерьте с помощью термометра начальную температуру воды  $t_1$ .

4. Включите чайник в электрическую сеть и нагревайте воду до кипения.

5. Определите по таблице температуру кипения воды  $t_2$ .

6. Заметьте по часам промежутки времени, в течение которого нагревалась вода  $\Delta t$ . Все измерения выполняйте в системе СИ.

7. Используя данные измерений, вычислите:

а) совершённую электрическим током работу, зная мощность чайника  $P$  и время нагревания воды  $\Delta t$ , по формуле

$$A_{\text{эл.тока}} = P * \Delta t$$

б) количество теплоты, полученное водой и равное полезной работе,

$$Q_{\text{нагр.}} = cm(t_2 - t_1)$$

8. Рассчитайте коэффициент полезного действия электрочайника по формуле

$$\eta = \frac{Q_{\text{нагр.}}}{A_{\text{эл.тока}}} * 100 \% = \frac{cm(t_2 - t_1)}{P \Delta t} * 100 \%$$

Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

Мощность чайника <b>P</b> , Вт	Объём воды <b>V</b> , м <sup>3</sup>	Начальная температура воды <b>t<sub>1</sub></b> , °C	Время одного нагревания воды в чайнике <b>Δt</b> , с	Конечная температура воды <b>t<sub>2</sub></b> , °C	Совершённая эл. током работа <b>A<sub>эл.тока</sub></b> , Дж	Количество теплоты <b>Q</b> нагр., Дж	КПД чайника <b>η</b> , %

10. Разместите в бланке отчёта фотографии своего бытового прибора, на которых видны его электрические параметры и вода, налитая в чайник.

*Ответьте на вопросы:*

1. Как рассчитать количество теплоты, выделяющегося в проводнике при протекании по нему тока, зная сопротивление этого проводника?
2. Почему спираль электрочайника изготавливают из проводника большой площади сечения? Дайте развёрнутый ответ.
3. Приведите примеры других электроприборов, в которых нагревательным элементом является спираль. Чем эти приборы отличаются друг от друга? Дайте развёрнутый ответ.

### **Практическая работа № 10**

**Тема:** Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения

**Цель:** определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника напряжения.

**Оборудование:** методические рекомендации по выполнению лабораторной работы, калькулятор, линейка, карандаш, амперметр, вольтметр, источник напряжения, ключ, соединительные провода, реостат.

**Количество часов:** 2.

**Порядок работы:**

**Содержание и последовательность выполнения заданий:**

1. Выполнить задание №А
2. Сделать вывод о проделанной лабораторной работе.
3. Дополнительные задания по расчету относительной и абсолютной погрешности.
4. Ответить на контрольные вопросы.

**1. Выполнить задание №А.**

**Задание №А:** Вычислите ЭДС источника для этого:

1. Соберите цепь по схеме (рис.1):

2. Замкните цепь.

3. Установив, ползунок реостата примерно по середине, измерьте силу тока и напряжение, запишите полученные значения:  $I_1 =$   $U_1 =$

3. Передвинув, ползунок реостата, вновь измерьте силу тока и напряжение, запишите полученные значения:

$I_2 =$   $U_2 =$

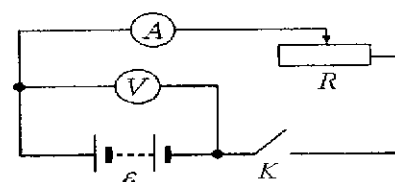


Рис.1

4. Вычислите ЭДС и внутреннее сопротивление.

Из формулы:  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ ,

Для двух различных значений  $R_1$  и  $R_2$  получаем:  $\varepsilon = I_1(R_1 + r)$

$$\varepsilon = I_2(R_2 + r)$$

Откуда  $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$ , следовательно:  $r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$ , и  $\varepsilon = U_1 + I_1 r$ .

5. Отключите внешнюю цепь, измерьте ЭДС вольтметром, сравните с вычисленным значением (запишите ответ).

2. Сделать вывод о проделанной лабораторной работе.

Вывод:

3. Дополнительные задания по расчету относительной и абсолютной погрешности.

1. Пользуясь методом оценки погрешности косвенных измерений найдите:

$$r_{\max} = \frac{U_{2\max} - U_{1\min}}{I_{1\min} - I_{2\max}} \text{ и } r_{\min} = \frac{U_{2\min} - U_{1\max}}{I_{1\max} - I_{2\min}}.$$

2. Найдите среднее значение  $r_{\text{ср}}$  и абсолютную погрешность  $\Delta r$  по формулам

$$r_{\text{ср}} = \frac{r_{\max} + r_{\min}}{2}, \quad \Delta r = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{2}.$$

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r_{\text{ср}}} * 100\%$$

3. Определите относительную погрешность измерений:

4. Запишите результат в виде:  $r = r_{\text{ср}} \pm \Delta r$

4. Ответить на контрольные вопросы.

Дайте ответы на вопросы:

1. Что измеряет вольтметр, присоединенный к источнику при разомкнутом ключе:

- Приблизительно ЭДС.
- Падение напряжения на сопротивлении вольтметра
- Падение напряжения во внешней цепи.

2. Что измеряет вольтметр при замкнутом ключе:

- Приблизительно ЭДС источника.
  - Падение напряжения на сопротивлении вольтметра
  - Падение напряжения во внешней цепи.
3. Как можно увеличить точность измерений
- Использовать вольтметр с большим внутренним сопротивлением
  - Использовать вольтметр с меньшим внутренним сопротивлением
  - Использовать в работе амперметр и вольтметр более высокого класса точности.

### **Практическая работа № 11**

**Тема:** Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.

**Цель:** состоит в экспериментальной проверке формулы, связывающей период колебаний маятника с длиной его подвеса.

**Оборудование:** штатив с перекладиной и муфтой, нить с петлями на концах, груз с крючком, линейка, электронный секундомер

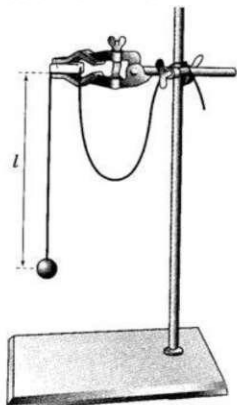
**Количество часов:** 2.

**Порядок работы:**

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

$l, \text{м}$	№ опыта	N	$t, \text{с}$	$t_{\text{ср}}, \text{с}$	$T, \text{с}$	$\nu, \text{Гц}$
$l_1 =$	1	30				
	2	30				
	3	30				
	4	30				
$l_2 =$	1	30				
	2	30				
	3	30				
	4	30				

2. Закрепите перекладину в муфте у верхнего края стержня штатива. Штатив разместите на столе так, чтобы конец перекладины выступал за край поверхности стола. Подвесьте к перекладине с помощью нити один груз из набора. Расстояние от точки повеса до центра груза должно быть 25-30 см.



3. Подготовьте электронный секундомер к работе в ручном режиме.
4. Отклоните груз на 5-6 см от положения равновесия и замерьте время, за которое груз совершит 30 полных колебаний (при отклонении груза следите, чтобы угол отклонения не был велик).
5. Повторите измерение 3-4 раза и определите среднее время  $t_{\text{ср1}} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) / 4$
6. Вычислите период колебания груза с длиной подвеса 25-30 см по формуле

$$T_1 = \frac{t_{\varphi 1}}{N}$$

7. Увеличьте длину подвеса в четыре раза.

8. Повторите серию опытов с маятником новой длины и вычислите его пе-

$$T_2 = \frac{t_{\varphi 2}}{N}$$

риод колебаний по формуле

$$\nu_1 = \frac{N}{t_{\varphi 1}}$$

9. Вычислите частоты колебаний для обоих маятников по формулам

$$\nu_2 = \frac{N}{t_{\varphi 2}}$$

и

10. Сравните периоды колебаний двух маятников, длины которых отличались в четыре раза, и сделайте вывод относительно справедливости формулы (1). Укажите возможные причины расхождения результатов.
11. Ответьте на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называют периодом колебаний маятника?
2. Что называют частотой колебаний маятника? Какова единица частоты колебаний?
3. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?
4. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?
5. Какие колебания называют собственными?

### **Практическая работа № 12**

**Тема:** Индуктивное и емкостное сопротивления в цепи переменного тока. **Цель:** изучить зависимость емкостного и индуктивного сопротивлений от частоты переменного тока и параметров элементов.

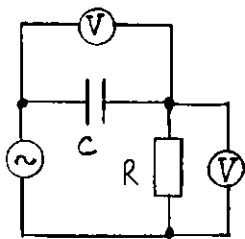
**Оборудование:** источник переменного тока, миллиамперметр, конденсатор переменной емкости, вольтметр переменного тока, ключ, соединительные провода, омметр.

**Количество часов:** 2.

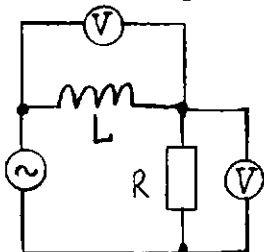
**Порядок работы:**

1. Соберите цепь, показанную на рисунке:





2. 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.
3. Изменяя емкость конденсатора от 5 до 50 мкФ (через 5 мкФ), запишите показания вольтметров (напряжение на конденсаторе и на резисторе).
4. Рассчитайте эффективное значение токов, текущих в цепи, в зависимости от значения емкости конденсатора (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление).
5. Определите значения емкостных сопротивлений конденсатора для соответствующих значений его емкости и сравните их с рассчитанными по формуле (3).
6. Установите емкость конденсатора 10 мкФ. Изменяя частоту генератора от 20 до 100 Гц через 20 Гц, повторите измерения и расчеты емкостного сопротивления в зависимости от частоты переменного тока.
7. Соберите цепь, показанную на рисунке:



8. Установите следующие значения параметров: Генератор –напряжение (эффективное) 100 В, частота 100 Гц; Катушка -индуктивность 50 мГн; Резистор –рабочая мощность 500 Вт, сопротивление 100 Ом. Изменяя индуктивность катушки от 50 до 500 мГн (через 50 мГн), запишите показания вольтметров (напряжение на катушке и на резисторе).
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
11. Установите индуктивность катушки 100 мГн. Изменяя частоту генератора от 20 до 100 Гц через 10 Гц, повторите измерения и расчеты индуктивного сопротивления в зависимости от частоты переменного тока.
12. Постройте графики зависимостей индуктивного и емкостного сопротивлений от частоты переменного тока.

*Контрольные вопросы:*

1. Почему емкостное сопротивление уменьшается с увеличением частоты переменного тока  $\omega$ , индуктивное сопротивление – увеличивается?
2. Каковы разности фаз между током и напряжением для катушки и конденсатора?
3. В каких единицах измеряются емкостное и индуктивное сопротивления?
4. Как записывается аналог закона Ома для максимальных (эффективных) значений тока и напряжения для реактивных элементов – конденсатора и катушки индуктивности?

### **Практическая работа № 13**

*Тема:* Измерение показателя преломления стекла.

**Цель:** определение относительного показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластины.

**Оборудование:** плоскопараллельная пластина, 3 булавки, линейка, транспортир, лист бумаги, карандаш, кусок поролона.

*Количество часов:* 2.

*Порядок работы:*

Положим на стол кусок поролона, чтобы было удобнее воткнуть булавки.

2. Накрываем поролон белым листом бумаги.

3. Положим сверху плоскопараллельную стеклянную пластинку.

4. Карандашом обводим малую и большую грани.

5. Первую булавку воткнем возле первой грани, вторую булавку воткнем под некоторым углом к первой.

6. Наблюдая за двумя булавками через большую грань, найдем точку расположения третьей булавки, чтобы первая и вторая загоразживали друг друга (см. Рис. 2).



Рис. 2. Плоскопараллельная пластина

7. Отмечаем место расположения всех трех булавок.

8. Снимаем оборудование и смотрим на полученный чертеж.

9. При помощи линейки измеряем катеты (см. Рис. 3).

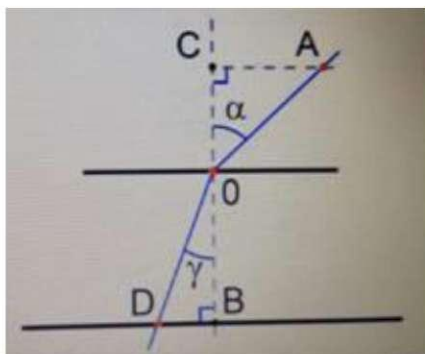


Рис. 3. Определение показателя

$CA = 15$  мм,  $DB = 10$  мм.

Для более точного результата необходимо выполнить несколько экспериментов.

№ опыта	CA, мм	DB, мм	n
1	15	10	1,5
2			

Относительный показатель преломления равен 1,5, это означает, что скорость света при переходе из воздуха в стекло уменьшается в 1,5 раза.

Чтобы проверить полученные данные, необходимо сравнить их с таблицей показателей преломления для различных веществ (см. Рис. 4).

Вещество	Показатель преломления относительно воздуха
Вода (при 20 °C)	1,33
Кедровое масло (при 20 °C)	1,52
Сероуглерод (при 20 °C)	1,63
Лёд	1,31
Каменная соль	1,54
Кварц	1,54
Рубин	1,76
Алмаз	2,42
Различные сорта стекла	от 1,47 до 2,04

Рис. 4. Таблица показателей преломления

По показателю преломления можно определить, какое у нас вещество.

### Практическая работа № 14

**Тема:** Изучение интерференции и дифракции света.

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

**Оборудование:** электрическая лампа с прямой нитью накала (одна на класс), две стеклянные пластинки, стеклянная трубка, стакан с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой диаметром 30 мм., компакт-диск,

штангенциркуль, капроновая ткань.

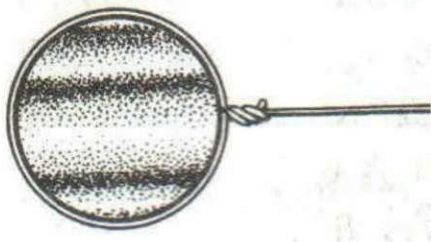
*Количество часов: 2.*

*Порядок работы:*

**Опыт 1.** Опустите проволочное кольцо в мыльный раствор. На проволочном кольце получается мыльная плёнка.



Расположите её вертикально. Наблюдаем светлые и тёмные горизонтальные полосы, изменяющиеся по ширине по мере изменения толщины плёнки



*Объяснение.* Появление светлых и темных полос объясняется интерференцией световых волн, отраженных от поверхности пленки.  $d = 2h$ . Разность хода световых волн равна удвоенной толщине плёнки. При вертикальном расположении пленка имеет клинообразную форму. Разность хода световых волн в верхней её части будет меньше, чем в нижней. В тех местах пленки, где разность хода равна четному числу полуволен, наблюдаются светлые полосы. А при нечетном числе полуволен – темные полосы. Горизонтальное расположение полос объясняется горизонтальным расположением линий равной толщины пленки.

Освещаем мыльную пленку белым светом (от лампы). Наблюдаем окрашенность светлых полос в спектральные цвета: сверху – синий, внизу – красный.



*Объяснение.* Такое окрашивание объясняется зависимостью положения светлых полос о длины волн падающего цвета.

Наблюдаем также, что полосы, расширяясь и сохраняя свою форму, перемещаются вниз.



*Объяснение.* Это объясняется уменьшением толщины пленки, так как мыльный раствор стекает вниз под действием силы тяжести.

**Опыт 2.** С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При

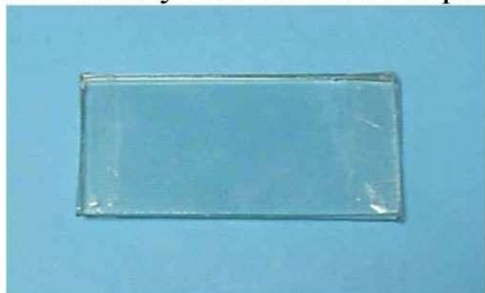
освещении его белым светом наблюдайте образование цветных интерференционных колец, окрашенных в спектральные цвета. Верхний край каждого светлого кольца имеет синий цвет, нижний – красный. По мере уменьшения толщины пленки кольца, также расширяясь, медленно перемещаются вниз. Их кольцообразную форму объясняют кольцообразной формой линий равной толщины.



Ответьте на вопросы:

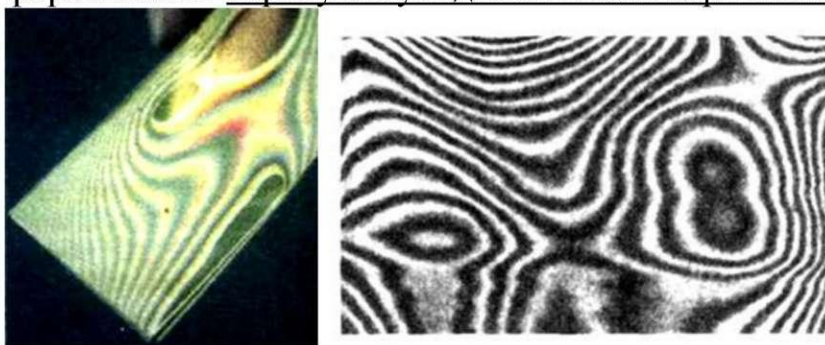
1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

**Опыт 3.** Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите вместе и сожмите пальцами. Из-за неидеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты.



При отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы – кольцообразные или неправильной формы.

При изменении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисуйте увиденные вами картинки.



*Объяснение:* Поверхности пластинок не могут быть совершенно ровными, поэтому соприкасаются они только в нескольких местах. Вокруг этих мест образуются тончайшие воздушные клинья различной формы, дающие картину интерференции. В проходящем свете условие максимума  $2h=kl$

Ответьте на вопросы:

1. Почему в местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?
2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение интерференционных полос?

**Опыт 4.** Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись).



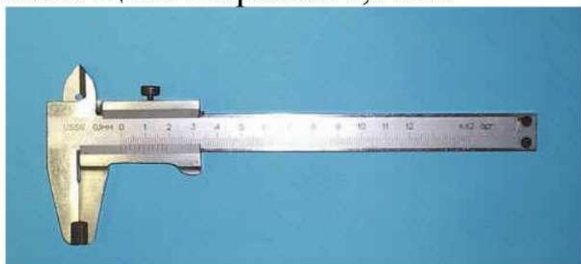
*Объяснение:* Яркость дифракционных спектров зависит от частоты нанесенных на диск бороздок и от величины угла падения лучей. Почти параллельные лучи, падающие от нити лампы, отражаются от соседних выпуклостей между бороздками в точках А и В. Лучи, отраженные под углом равным углу падения, образуют изображение нити лампы в виде белой линии. Лучи, отраженные под иными углами имеют некоторую разность хода, вследствие чего происходит сложение волн.

Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

Поверхность компакт-диска представляет собой спиральную дорожку с шагом соизмеримым с длиной волны видимого света. На мелкоструктурной поверхности проявляются дифракционные и интерференционные явления. Блики компакт- дисков имеют радужную окраску.



**Опыт 5.** Сдвигаем ползунок штангенциркуля до образования между губками щели шириной 0,5 мм.



Приставляем скошенную часть губок вплотную к глазу (располагая щель вертикально). Сквозь эту щель смотрим на вертикально расположенную нить горячей лампы. Наблюдаем по обе стороны от нити параллельные ей радужные полосы. Изменяем ширину щели в пределах 0,05 – 0,8 мм. При переходе к более узким щелям полосы раздвигаются, становятся шире и образуют различные спектры. При наблюдении через самую широкую щель полосы очень узки и располагаются близко одна к другой. Зарисуйте в тетрадь увиденную картину. Объясните наблюдаемые явления.

**Опыт 6.** 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.



*Объяснение:* В центре креста виден дифракционный максимум белого цвета. При  $k=0$  разность хода волн равна нулю, поэтому центральный максимум получается белого цвета. Крест получается потому, что нити ткани представляют собой две сложенные вместе дифракционные решетки со взаимно перпендикулярными щелями. Появление спектральных цветов объясняется тем, что белый свет состоит из волн различной длины. Дифракционный максимум света для различных волн получается в различных местах.

Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест. Объясните наблюдаемые явления.

**Запишите вывод.** Укажите, в каких из сделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции, а в каких дифракции.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое свет?
2. Кем было доказано, что свет – это электромагнитная волна?
3. Что называют интерференцией света? Каковы условия максимума и минимума при интерференции?

4. Могут ли интерферировать световые волны идущие от двух электрических ламп накаливания? Почему?
5. Что называют дифракцией света?
6. Зависит ли положение главных дифракционных максимумов от числа щелей решетки?

#### **Практическая работа № 14**

*Тема:* Контрольная работа по теме 7.1.

**Цель:** проверить знания и умение решать задачи по квантовой оптике.

**Оборудование:** тетрадь.

*Количество часов:* 2.

#### **Контрольная работа**

##### **Вариант №1.**

1. Определить импульс фотона с энергией равной  $1,2 \cdot 10^{-18}$  Дж.
2. Вычислить длину волны красной границы фотоэффекта для серебра.
3. Определите наибольшую скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении его светом длиной волны  $3,31 \cdot 10^{-7}$  м. Работа выхода равна 2 эВ, масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг?
4. Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом частотой 1 ПГц?
5. Найти работу выхода электрона с поверхности некоторого металла, если при облучении этого материала желтым светом скорость выбитых электронов равна  $0,28 \cdot 10^6$  м/с.  
Длина волны желтого света равна 590 нм.

##### **Вариант №2.**

1. Определите красную границу фотоэффекта для калия.
2. Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным ( $\lambda = 0,75$  мкм) и наиболее коротким ( $\lambda = 0,4$  мкм) волнам видимой части спектра.
3. Какой длины волны надо направить свет на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлементов была 2 Мм/с?
4. Удлиненный металлический шарик облучают монохроматическим светом длиной волны 4 нм. До какого потенциала зарядится шарик? Работа выхода из цинка равна 4 эВ.
5. Вычислите максимальную скорость электронов, вырванных их металла светом с длиной волны равной 0,18 мкм. Работа выхода равна  $7,2 \cdot 10^{-19}$  Дж.



#### 4. КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ

*Практические занятия оцениваются преподавателем, исходя из следующих критериев успешности работ:*

- 1) соответствие содержания работы заданной теме и оформление в соответствии с существующими требованиями;
- 2) логика изложения, взаимосвязь структурных элементов работы;
- 3) объем, характер и качество использованных источников;
- 4) обоснованность выводов, их глубина, оригинальность;
- 5) теоретическая и методическая достаточность, стиль и качество оформления компьютерной презентации

Оценивая итоговое задание, преподаватель ставит отметку.

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

- в отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления;
- правильно выполнен анализ погрешностей.

«4» (хорошо) ставится в том случае, если были выполнены требования к оценке «5», но допущены недочеты или негрубые ошибки.

«3» (удовлетворительно) ставится, если результат выполненной части таков, что позволяет получить правильные выводы, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

«2» (неудовлетворительно) ставится, если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

*Техника безопасности при выполнении практических занятий.*

Перед началом практического занятия:

1. Внимательно прослушайте вводный инструктаж преподавателя о порядке и особенностях выполнения практического занятия.
2. Внимательно изучите методические указания к работе, которую выполняете и строго руководствуйтесь.
3. Подготовьте рабочее место для безопасной работы: уберите его, если на нем находятся посторонние предметы;
4. Проверьте и подготовьте к работе, согласно методическим указаниям, необходимые инструменты и принадлежности.

*Во время работы:*

1. Выполняйте только ту работу, которая разрешена преподавателем.

2. За разъяснениями по всем вопросам выполнения практического занятия обращайтесь к преподавателю.

3. Будьте внимательны и аккуратны. Не отвлекайтесь сами и не отвлекайте других. Не вмешивайтесь в процесс работы других обучающихся, если это предусмотрено инструкцией

*По окончании работы:*

1. Наведите порядок на рабочем месте и сдайте его преподавателю;

2. Сдайте преподавателю учебную литературу и инструменты;

*При выполнении работы строго запрещается:*

1. Бесцельно ходить по кабинету и лаборатории.

2. Покидать помещение кабинета(лаборатории) в рабочее время без разрешения преподавателя.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Дмитриева, В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля [Текст] : учебник : [для учреждений СПО] / В. Ф. Дмитриева. - Москва : Академия, 2017. - 344 с. : ил.
2. **Дмитриева, В.Ф.** Физика для профессий и специальностей технического профиля [Текст] : лабораторный практикум : [для учреждений СПО] / В. Ф. Дмитриева, А. В. Коржуев, О. В. Муртазина. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2017. - 154, [1] с. : ил.
3. **Савельев, И. В.** Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 19-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2020. — 436 с.— Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/142380/#1>
4. **Савельев, И. В.** Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, — Том 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика — 2019. — 468 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/117715/#1>
5. **Савельев, И. В.** Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 308 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/117716/#1>