

Методические указания для проведения лабораторных работ по физике

(технический профиль)

Методические указания для проведения лабораторных работ по физике представляют собой практикум по лабораторным работам для студентов технических специальностей средних специальных учебных заведений и ориентированы на использование современных физических приборов.

Оглавление

- ✓ Предисловие
 - ✓ Введение
 - ✓ Раздел 1. Общие требования
 - ✓ Раздел 2. Указания к выполнению лабораторных работ
- Лабораторная работа № 1 «Вычисление погрешностей при физических измерениях»
Лабораторная работа № 2 «Определение плотности различных тел»
Лабораторная работа № 3 «Измерение коэффициента трения скольжения»
Лабораторная работа № 5 «Определение относительной влажности с помощью психрометра»
Лабораторная работа № 5 «Определение модуля Юнга для резины»
Лабораторная работа № 6 «Определение удельной теплоемкости тела»
Лабораторная работа № 7 «Проверка законов последовательного и параллельного соединений проводников»
Лабораторная работа № 8 «Определение удельного сопротивления проводника»
Лабораторная работа № 9 «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»
Лабораторная работа № 10 «Исследование зависимости мощности лампы накаливания от напряжения»
Лабораторная работа № 11. «Наблюдение действия магнитного поля на ток и явления электромагнитной индукции»
Лабораторная работа № 12 «Проверка законов колебаний маятника»
Лабораторная работа № 13 «Определение показателя преломления стекла»
Лабораторная работа № 14 «Определение оптической силы и фокусного расстояния линзы»
Лабораторная работа № 15 «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»

- ✓ Библиографический список
1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)
 2. Мякишев Г. Я. Физика. 11 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 400 с. - (Классический курс)
 3. Фирсов А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно - научного профилей : учебник для СПО / А.В Фирсов ; под ред. Т.И. Трофимовой. - 7-е изд., стер. - М. : Академия, 2014. - 352 с. - (Профессиональное образование. Общепрофессиональные дисциплины)

Дополнительная литература:

1. Кабардина С.И., Шеффер Н.И. Измерения физических величин. Учебное пособие. – М.:

БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

2. Касьянов В.А., Коровин В.А. Физика. Тетрадь для лабораторных работ 10 класс. – М.: ДРОФА, 2005.

3. Никифоров Г.Г. Погрешности измерений при выполнении лабораторных работ по физике. 7–11 классы. – М.: ДРОФА, 2004.

6. Степанов С.В. Физика 10–11. Лабораторный эксперимент. Книга для учащихся. – М.: Просвещение, 2005.

7. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7–11 классах общеобразовательных учреждений. Книга для учителя./под ред. Бутова В.А. и Никифорова Г.Г. – М.:

Просвещение. Учебная литература, 1996.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные работы являются эффективным средством активизации и мотивации обучения физике, способствуют применению различных методов и приемов обучения для формирования у студентов системы прочных знаний, интеллектуальных и практических умений и навыков, помогают развитию мышления студентов, так как побуждают к выполнению умственных операций: анализу, синтезу, сравнению, обобщению и др.

Лабораторное занятие, как вид учебного занятия, должно проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях. Его продолжительность составляет не менее одного академического часа. Основными этапами лабораторного занятия являются инструктаж, проводимый преподавателем, самостоятельная работа обучающихся, обсуждение итогов выполнения лабораторной работы, анализ и оценка выполненной работы, уровня овладения запланированными умениями.

Методические указания по физике разработаны для технических специальностей среднего специального образования в соответствии с требованиями ФГОС среднего профессионального образования и представляют собой практикум по лабораторным работам для студентов соответствующих специальностей по всему курсу общей физики и ориентированы на использование типовых физических приборов, что позволяет вести обучение физике на экспериментальной основе.

Основная цель пособия – способствовать формированию у студентов ключевых учебных и личностных компетенций, а также развитию творческих компетенций. По своему содержанию лабораторные работы представляют собой наблюдения, измерения и опыты, тесно связанные с темой занятия. В пособие включены следующие виды заданий: 1) наблюдение и изучение физических явлений, 2) наблюдение и изучение свойств веществ, 3) измерение физических величин, 4) исследование зависимостей физическими величинами, 5) изучение физических законов.

Выполнение всех работ является обязательным для студентов.

Введение

Основное назначение методических указаний – оказать помощь студентам в подготовке и выполнении лабораторных работ, а также облегчить работу преподавателя по организации и проведению лабораторных занятий.

Систематическое и аккуратное выполнение всей совокупности лабораторных работ позволит студенту овладеть умениями самостоятельно ставить физические опыты, фиксировать свои наблюдения и измерения, анализировать их делать выводы в целях дальнейшего использования полученных знаний и умений.

Целями выполнения лабораторных и практических работ является:

- ✓ обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

- ✓ формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- ✓ развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов;
- ✓ выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Раздел 1. Общие требования.

Для более эффективного выполнения лабораторных работ необходимо повторить соответствующий теоретический материал, а на занятиях, прежде всего, внимательно ознакомиться с содержанием работы и оборудованием.

В ходе работы необходимо строго соблюдать правила по технике безопасности; все измерения производить с максимальной тщательностью; для вычислений использовать микрокалькулятор.

После окончания работы каждый учащийся составляет отчет по следующей схеме:

1. Лабораторная работа №
2. Наименование работы.
3. Цель работы.
4. Перечень оборудования
5. Чертеж (если требуется).
6. Расчетные формулы, обработка результатов измерений и определение относительной погрешности..
7. Таблица результатов измерений и вычислений.
8. Окончательный результат, вывод и пр. (согласно цели работы).

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

Лабораторная работа № 1 **Определение погрешности измерений**

Цель работы: научиться определять абсолютные и относительные погрешности измерений.

Теоретические сведения

Выполнение лабораторных работ связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой их результатов.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью средств измерений.

Измерения могут быть прямыми и косвенными.

Прямое измерение — определение значения физической величины непосредственно средствами измерения.

Например, линейкой измеряют длину, секундомером — время, амперметром — силу тока и т. д.

Косвенное измерение — определение значения физической величины по формуле, связывающей ее с другими физическими величинами, определяемыми прямыми измерениями.

Например, скорость равномерного движения можно найти по формуле $v = s/t$, а сопротивление резистора — по формуле $R = U/I$. При этом предварительно нужно выполнить прямые измерения, в первом случае — длины пути, который прошло тело, и времени, за которое этот путь пройден; во втором случае — напряжения и силы тока. Вводятся следующие обозначения:

A, B, C, \dots — *физические величины*.

$A_{\text{пр}}$ — *приближенное значение физической величины*, т. е. значение, полученное путем прямых или косвенных измерений.

ΔA — **абсолютная погрешность измерения** физической величины. Она показывает, на сколько истинное значение измеряемой величины может отличаться от измеренного значения.

Результаты повторных измерений физической величины A , проведенных при одних и тех же контролируемых условиях и при использовании достаточно чувствительных и точных (с малыми погрешностями) средств измерения, отличаются друг от друга.

В этом случае $A_{\text{пр}}$ находят как среднее арифметическое значение всех измерений, а ΔA определяют методами математической статистики.

Абсолютная погрешность измерения определяется как модуль разности между истинным (средним) значением измеряемой величины и результатом этого, отдельного значения:

$$\Delta A_1 = |A_{\text{ср}} - A_1|; \Delta A_2 = |A_{\text{ср}} - A_2|; \dots \Delta A_n = |A_{\text{ср}} - A_n|$$

По этим значениям определяют среднее значение абсолютных ошибок измерений

$$\Delta A_{\text{ср}} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n}$$

ε — **относительная погрешность** измерения физической величины - число, показывающее, сколько процентов составляет **абсолютная погрешность** от измеряемой величины. Она равна:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{пр}}} \cdot 100$$

Максимальная абсолютная погрешность прямых измерений складывается из абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчета при отсутствии других погрешностей:

$$\Delta A = \Delta_{\text{и}} A + \Delta_{\text{о}} A$$

$\Delta_{\text{и}} A$ — **абсолютная инструментальная погрешность**, определяемая конструкцией прибора (погрешность средств измерения; см. табл. 1).

$\Delta_{\text{о}} A$ — **абсолютная погрешность отсчета** (получающаяся от недостаточно точного отсчета показаний средств измерения), она равна в большинстве случаев половине цены деления; при измерении времени — цене деления секундомера или часов.

Относительная погрешность косвенных измерений определяется так, как показано в таблице 2.

Абсолютная погрешность косвенных измерений определяется по формуле: $\Delta A = A_{\text{пр}} \cdot \varepsilon$, где ε выражается десятичной дробью.

О классе точности электроизмерительных приборов

Для определения абсолютной инструментальной погрешности прибора надо знать его **класс точности**. Класс точности $\gamma_{\text{пр}}$ измерительного прибора показывает, сколько процентов составляет абсолютная инструментальная погрешность $\Delta_{\text{и}} A$ от всей шкалы прибора A_{max} .

Класс точности указывают на шкале прибора или в его паспорте (знак % при этом не пишется). Существуют следующие классы точности электроизмерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4.

Зная класс точности прибора ($\gamma_{пр}$) и всю его шкалу (A_{max}), определяют абсолютную погрешность Δ_A измерения физической величины A этим прибором:

$$\Delta_A = \frac{\gamma_{пр} A_{max}}{100}$$

Принято считать, что погрешности значений физических величин, приведенных в справочниках, имеют границу, равную половине разряда последней цифры.

Таблица 1 Абсолютные инструментальные погрешности средств измерений

№ п/п	Средства измерений	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешн.
1	Линейка	*		
	Ученическая	До 50 см	1 мм	± 1 мм
	чертежная	До 50 см	1 мм	$\pm 0,2$ мм
	инструментальная			
	(стальная)	20 см	1 мм	$\pm 0,1$ мм
	Демонстрационная	100 см	1 см	$\pm 0,5$ см
2	Лента	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ см
3	Измерительный	До 250 мл	1 мл	± 1 мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм
6	Динамометр учебный	4Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
7	Секундомер	0—30 мин	0,2 с	± 1 с за 30
8	Барометр-	720—780	1 мм рт. ст.	± 3 мм рт. ст.
9	Термометр	0—100°C	1 °C	± 1 °C
10	Амперметр	2А	0,1А	$\pm 0,05$ А
11	Вольтметр			
	школьный	6В	0,2 В	$\pm 0,1,5$ В
12	Весы учебные	200 г	—	$\pm 0,01$ г

Таблица 2 Формулы для нахождения относительной погрешности косвенных измерений

№ п/п	Формула физической величины	Формула относительной погрешности
1	$A = BCD$	$\varepsilon = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C} +$
2	$A = B + C$	$\frac{\Delta D}{D}$
3	$A = B^2$	

Как оформлять отчет о проделанной работе

1. Лабораторная работа №
2. Наименование работы.
3. Цель работы.
4. Чертеж (если требуется).
5. Формулы искомых величин и их погрешностей.
6. Таблица результатов измерений и вычислений.
7. Окончательный результат, вывод и пр. (согласно цели работы).

Как записывать результат измерения

$$A = A_{пр} \pm \Delta A,$$

$$\varepsilon = \dots\%$$

Контрольные вопросы

1. В процессе вычислений было получено значение величины $x = 25,37 \pm 0,18$. Запишите интервал значений, которому принадлежат значения измеряемой величины. Чему равна абсолютная погрешность измерений? Чему равна относительная погрешность?
2. Плотность меди $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Запишите интервал значений, которому принадлежит истинное значение плотности меди. Какова относительная погрешность, с которой задана плотность меди?
3. Напряжение измеряется вольтметром с пределом измерения $U_{\max} = 6 \text{ В}$. Класс точности вольтметра $\gamma_{\text{пр}} = 2,5$, цена деления $C_v = 0,2 \text{ В}$. Чему равны абсолютная и относительная погрешности измерения напряжения U , равного $3,8 \text{ В}$?
4. Вычислите относительную погрешность измерения удельного сопротивления медной проволоки, если ее диаметр $d = (0,8 \pm 0,1) \text{ мм}$, длина $l = (100 \pm 0,5) \text{ см}$. Сила тока и напряжение измеряются приборами с классом точности $\gamma_{\text{пр}} = 2,5$. Сила тока I в цепи в момент измерения равна $1,3 \text{ А}$, предел измерения амперметра $I_{\max} = 2 \text{ А}$ и цена деления $C_A = 0,1 \text{ А}$. Напряжение U на участке цепи равно $3,8 \text{ В}$, предел измерения вольтметра $U_{\max} = 8 \text{ В}$, а цена деления вольтметра $C_v = 0,2 \text{ В}$.

(Примечание: $\rho = \frac{R \cdot S}{l} = \frac{U \cdot S}{I \cdot l} = \frac{U \cdot \pi d^2}{4 I \cdot l}$, т.к. $R = \frac{U}{I}$, $S = \pi R^2 = \frac{\pi d^2}{4}$)

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 2

Определение плотности различных тел

Цель работы:

1. Ознакомление с штангенциркулем и измерение размеров тел с его помощью;
2. Получение практических навыков в вычислении погрешностей;
3. Закрепление теоретических знаний по теме «Плотность вещества».

Оборудование: штангенциркуль, весы учебные и разновес; образцы различных тел.

Теоретические сведения

Плотность ρ - скалярная физическая величина, определяемая как отношение массы тела m

к занимаемому этим телом объёму V :
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Исходя из определения плотности, её размерность в системе СИ: $[\rho] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

В ряде случаев предпочитают пользоваться так называемой **относительной плотностью** d , представляющей собой отношение плотности данного вещества к плотности другого вещества при определенных условиях. Относительная плотность выражается отвлеченным числом.

Относительную плотность d жидких и твердых веществ принято определять по отношению к плотности дистиллированной воды.

Плотность дистиллированной воды при $+20^\circ\text{C}$ равна $998,203 \text{ кг/м}^3$, а при температуре максимальной плотности ($+4^\circ\text{C}$) составляет $999,973 \text{ кг/м}^3$.

Существует два основных метода определения плотности вещества — это *прямой метод* и *косвенный*.

К косвенному методу относится математический расчёт плотности вещества по

формуле, $\rho = m / V$, где ρ — плотность, m – масса вещества, V — объём вещества.

Для прямого измерения плотности жидкости используются такие средства измерения, как *ареометры* или *электронные плотномеры*. Данные средства измерения будут выдавать значения плотности измеряемой жидкости в $г/см^3$ или в $кг/м^3$.

Плотности некоторых тел.

Средняя плотность Земли равна 5520 кг/м^3 .

Плотность пресной воды составляет 1000 кг/м^3 (при температуре 20°C).

Гранит имеет плотность 2600 кг/м^3 .

Плотность железа равна 7874 кг/м^3 .

Порядок выполнения работы:

1. Измерить линейные размеры образцов.

2. Взвесить образцы.

3. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Параллелепипед:

a , м	Δa , м	b , м	Δb , м	c , м	Δc , м	m , кг	Δm , кг	ρ , кг/м^3	$\Delta \rho$, кг/м^3

$$V = a \cdot b \cdot c,$$

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{m}{V}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta m}{m}; \quad \text{где } \Delta a = \Delta b = \Delta c = \Delta_u a + \Delta_o a; \quad \Delta_u a$$

определяется по табл. 1 (штангенциркуль);

$$\Delta \rho = \varepsilon \cdot \rho_{\text{пр}}$$

$\Delta_o a$ – половина цены деления.

Вывод:

$$\rho = \rho_{\text{пр}} \pm \Delta \rho$$

$$\rho_{\text{пр}} - \Delta \rho < \rho < \rho_{\text{пр}} + \Delta \rho$$

Цилиндр:

h , м	Δh , м	d , м	Δd , м	m , кг	Δm , кг	ρ , кг/м^3	$\Delta \rho$, кг/м^3

$$V = \pi R^2 h = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h} + \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta m}{m}$$

$$\Delta \rho = \varepsilon \cdot \rho_{\text{пр}}$$

Вывод:

$$\rho = \rho_{\text{пр}} \pm \Delta \rho$$

$$\rho_{\text{пр}} - \Delta \rho < \rho < \rho_{\text{пр}} + \Delta \rho$$

Шар

d , м	Δd , м	m , кг	Δm , кг	ρ , кг/м^3	$\Delta \rho$, кг/м^3

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{\pi d^3}{6}$$

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{m}{V}$$

$$\varepsilon = \frac{3 \Delta d}{d} + \frac{\Delta m}{m}$$

$$\rho = \varepsilon \cdot \rho_{\text{пр}}$$

Вывод: $\rho = \rho_{\text{пр}} \pm \Delta \rho$

$$\rho_{\text{пр}} - \Delta \rho < \rho < \rho_{\text{пр}} + \Delta \rho$$

Контрольные вопросы:

1. От каких параметров зависит плотность вещества?
2. Единица измерения плотности?
3. Деревянная модель отливки имеет массу 4 кг. Какова масса латунной отливки такого же размера, если плотность дерева 500 кг/м^3 , а плотность латуни $8.5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$?

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 3

Измерение коэффициента трения скольжения

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

Оборудование: динамометр; деревянный брусок; деревянная линейка; набор грузов.

Теоретическое обоснование:

Силы трения возникают благодаря существованию сил взаимодействия между молекулами и атомами соприкасающихся тел, которые обусловлены взаимодействием электрических зарядов, которыми обладают частицы, входящие в состав атомов.

Силы трения скольжения появляются при перемещении соприкасающихся тел или их частей относительно друг друга и направлены так, чтобы препятствовать этому перемещению.

Силой трения покоя называется сила, возникающая на границе соприкосновения тел при попытке вызвать движение. Она направлена в сторону, противоположную направлению предполагаемого движения. Сила трения покоя равна по модулю внешней силе, направленной по касательной к поверхности соприкосновения тел, и противоположна ей. Максимальная сила трения покоя примерно равна силе трения скольжения.

Сила трения качения возникает между цилиндрическим или шарообразным телом, катящимся без скольжения по плоской или изогнутой поверхности. Она намного меньше силы трения скольжения.

Принцип действия. С помощью динамометра измеряют силу тяги $F_{\text{тяги}}$, с которой нужно тянуть брусок с грузами по горизонтальной поверхности так, чтобы он двигался равномерно. Эта сила $F_{\text{тяги}}$ равна по модулю силе трения $F_{\text{тр}}$, действующей на брусок с грузом. С помощью того же динамометра можно найти вес бруска P с грузом. Этот вес по модулю равен силе нормального давления N бруска на поверхность, по которой он скользит. Определив, таким образом, значение силы трения при различных значениях силы нормального давления, необходимо построить график зависимости $F_{\text{тр}}$ от N (от P , т.к. $N = P$ по модулю) и найти среднее значение коэффициента трения $\mu_{\text{ср}}$.

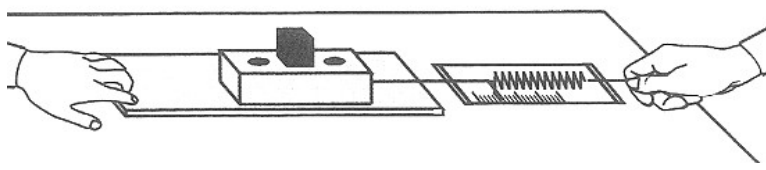


рис. 1

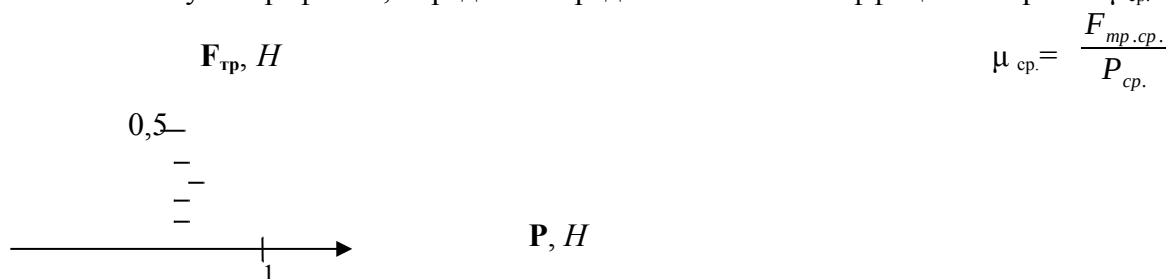
Основным измерительным прибором в этой работе является динамометр. Абсолютная инструментальная погрешность динамометра $\Delta_{\text{и}} F = 0,05 \text{ Н}$, цена деления $0,1 \text{ Н}$

Порядок выполнения работы:

1. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз (рис.1).
2. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тяните его вдоль линейки. Заметьте при этом показание динамометра.
3. Взвесьте брусок и груз с помощью динамометра.
4. К первому грузу добавьте второй, третий грузы, каждый раз взвешивая брусок и грузы. Производите измерения силы трения каждый раз.
5. Результаты измерений занесите в таблицу:

№ опыта	P, H	$\Delta P, H$	$F_{тр}, H$	$\Delta F_{тр}, H$
1				
2				
3				

6. По результатам измерений постройте график зависимости силы трения $F_{тр}$ от P . Пользуясь графиком, определите среднее значение коэффициента трения $\mu_{ср}$.



7. Рассчитайте максимальную относительную погрешность коэффициента трения.

$$\epsilon_{\mu} = \epsilon_{F_{тр}} + \epsilon_P = \frac{\Delta F_{тр}}{F_{тр}} + \frac{\Delta P}{P}.$$

8. Найдите абсолютную погрешность $\Delta\mu = \mu_{ср} \cdot \epsilon$

9. Запишите вывод: $\mu = \mu_{ср} \pm \Delta\mu$
 $\mu_{ср} - \Delta\mu < \mu < \mu_{ср} + \Delta\mu$

Контрольные вопросы:

1. Сила трения? Природа силы трения.
2. Трение скольжения, покоя, качения?
3. Через сколько времени после начала аварийного торможения остановился автобус, движущийся со скоростью 12 м/с, если коэффициент трения при аварийном торможении равен 0,4?

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 4
Определение относительной влажности с помощью
психрометра.

Цель работы: Научиться определять относительную влажность с помощью психрометра.

Оборудование:

Психрометр; психрометрическая таблица.

Теоретические сведения.

В атмосфере Земли всегда содержится влага. Содержание водяного пара в воздухе характеризуется *влажностью*. Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность ρ определяется массой водяного пара, содержащегося в 1 м^3 воздуха, иначе говоря, плотностью водяного пара.

Парциальное давление или **упругость водяного пара p** - это давление, которое производил бы пар, если бы все остальные газы отсутствовали.

Абсолютную влажность и парциальное давление мы можем найти с помощью уравнения

Менделеева-Клайперона: $pV = \frac{m}{M} RT$;

выразим $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$ - это парциальное давление; т.к. $\rho = \frac{m}{V}$, то $p = \frac{\rho RT}{M}$.

Относительная влажность воздуха ϕ - это отношение парциального давления водяного пара в воздухе к давлению насыщенного пара при той же температуре.

$$\phi = \frac{p}{p_{\text{н.п.}}} \cdot 100$$

Скорость испарения влаги увеличивается по мере уменьшения относительной влажности воздуха.

Не меняя массу содержащегося в атмосфере водяного пара его можно сделать насыщенным, если изменять температуру, а именно понижать.

Температура, при которой водяной пар, содержащийся в атмосфере становится насыщенным, называется **точкой росы**.

По утрам, когда температура воздуха понижается, пар охлаждается и при некоторой температуре становится насыщенным. Дальнейшее понижение температуры окружающей среды приводит уже к конденсации этого пара в виде появления тумана и росы. Роса свидетельствует о том, что влажность была 100%.

Относительную влажность можно измерять с помощью ряда приборов, специально созданных для этого.

1. **Гигрометры:** а) волосной гигрометр; б) конденсационный гигрометр.

2. Психрометр

Устройство психрометра. Простейший психрометр состоит из двух спиртовых термометров (рис. 1). Один термометр — сухой, а второй имеет устройство увлажнения. Спиртовая колба влажного термометра обернута батиновой лентой, конец которой находится в сосуде с водой. Резервуар термометра увлажняется дистиллированной или кипяченой водой. Вследствие испарения влаги увлажнённый термометр охлаждается. Снимают показания сухого и влажного термометров и находят относительную влажность по психрометрической таблице.

Измерения относительной влажности психрометром проводить только после установления показаний термометров. Минимальное время выдержки психрометра в измеряемой среде 30 минут.



рис. 1

Порядок выполнения работы:

1. Снимите показания по "сухому" t_1 и "увлажненному" t_2 термометрам.

2. Вычислите разность температур Δt по "сухому" и "увлажненному" термометрам.
3. Определите относительную влажность воздуха φ , по психрометрической таблице.

Искомая относительная влажность будет на пересечении строк температуры по "сухому" термометру и разности температур по "сухому" и "увлажненному" термометру.

4. Результаты измерений заносить в таблицу:

Показание термометров		Разность термометров Δt , °C	Относительная влажность φ , %
Сухого t_1 , °C	Увлажненного t_2 , °C		

Вывод:

Контрольные вопросы:

1. Почему после купания даже в жару ощущаем прохладу?
2. Почему после жаркого дня роса бывает наиболее обильной?
3. Почему перед дождем ласточки летают низко?
4. В помещении 150 м^3 влажность воздуха при температуре 20°C равна 30%. Определить массу водяного пара в помещении.

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 5

Определение модуля Юнга для резины

Цель работы: научиться определять опытным путём модуль Юнга для упругих материалов.

Оборудование: штатив, резиновый шнур, измерительная линейка, микрометр, набор грузов, кусок мела.

Теоретические сведения.

При деформации твёрдого тела частицы, расположенные в узлах кристаллической решётки смещаются относительно друг от друга. Этому смещению препятствуют внутренние упругие силы, действующие между частицами твёрдого тела. Наиболее часто при эксплуатации различных конструкций приходится рассчитывать упругие деформации растяжения или сжатия. Такой вид деформации характеризуется его относительным удлинением (сжатием) ε - отношением абсолютного удлинения Δl к первоначальной длине l_0 . Приложенная к телу внешняя сила F создаёт внутри него нормальное механическое напряжение σ

Согласно закону Гука, при упругих деформациях нормальное напряжение и относительное удлинение связано соотношением: $\sigma = E \cdot \varepsilon$,
где E (Па) - модуль упругости или **модуль Юнга**;

σ (Па) - механическое **напряжение**, вызываемое в образце действующей силой (равно силе, делённой на площадь приложения силы);

$\varepsilon = \Delta l / l_0$ - **упругая деформация** образца, вызванная напряжением (равна отношению изменения размера образца после деформации к его первоначальному размеру).

Порядок выполнения работы.

1. Закрепить один конец шнура в лапе штатива.

2. На среднем участке шнура нанести две тонкие метки на расстояние 10 – 15 см друг от друга.
3. Измерить расстояние l_0 между метками.
4. Измерить микрометром или штангенциркулем диаметр шнура и вычислить

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

площадь поперечного сечения шнура (если круглого сечения).

5. Подвесить один груз и зная его массу, определить деформирующую силу:

$$F = mg$$

6. Измерить новую длину между метками l .

7. Вычислить абсолютное удлинение резины $\Delta l = l - l_0$.

$$E = \frac{Fl_0}{\Delta l S}$$

8. Вычислить модуль Юнга для резины по формуле:

9. Провести ещё два измерения, увеличив грузы до 2-х и до 3-х.

10. Подсчитать относительную и абсолютную погрешности измерений:

$$\delta = \frac{|E_{\text{таб}} - E_{\text{ср}}|}{E_{\text{ср}}} \cdot 100\% ; \quad \Delta E = E_{\text{ср}}$$

Таблица результатов измерений и вычислений

№	m, кг	F, Н	Первоначальная длина l_0 , м	l , м	Δl , м	S, м ²	модуль Юнга E, 10 ⁶ Па	E _{ср} , 10 ⁶ Па	упругая деформация ϵ	механическое напряжение σ , 10 ⁶ Па
1										
2										
3										

Вывод; $E = E_{\text{ср}} \pm \Delta E$

$$E_{\text{ср}} - \Delta E < E < E_{\text{ср}} + \Delta E$$

Контрольные вопросы.

1. Какие свойства характерны для твёрдых тел при деформации?
2. Объясните, что означают понятия: предел упругости, предел текучести, остаточная деформация, предел прочности и запас прочности.
3. Зачем для составления проектов зданий, различных конструкций при изготовлении спортивных и цирковых снарядов необходимо знать модуль Юнга этих материалов?

Модули упругости (E) для некоторых веществ:

Материал	E, МПа
Алюминий	70000
Вода	2030
Дерево	10000
Кость	30000
Медь	100000
Резина	5
Сталь	200000
Стекло	70000

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 6

Измерение удельной теплоемкости тела.

Цель работы: определить удельную теплоемкость металла, из которого изготовлено тело.

Оборудование:

- | | |
|---------------------------|---|
| 1) калориметр с водой, | 4) проволочный крючок для удаления цилиндра из чайника, |
| 2) электрочайник, | 5) весы с гирями, |
| 3) цилиндр металлический, | 6) термометр. |

Теоретические сведения.

В калориметр (внутренний сосуд) массой m_1 залита вода массой m_2 при температуре t_1 . Из чайника с кипящей водой достают металлический цилиндр массой m , имеющий температуру t_2 , и погружают его в калориметр с водой. Когда температура воды в калориметре перестанет повышаться, измеряют термометром ее значение t .

Количество теплоты $Q_{отд.}$, отданное металлическим цилиндром при остывании до температуры t , равно:

$$Q_{отд.} = cm(t_2 - t)$$

где c — удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлен цилиндр.

Количество теплоты $Q_{пол.}$, полученное калориметром и водой при нагревании, до температуры t :

$$Q_{пол.} = c_1 m_1(t - t_1) + c_2 m_2(t - t_1).$$

где c_1 - удельная теплоемкость металла, из которого сделан калориметр (алюминий),

c_2 - удельная теплоемкость ВОДЫ

При теплообмене количество теплоты, отданное нагретым телом (металлическим цилиндром), равно количеству теплоты, полученному холодными телами (калориметром и водой):

$$Q_{отд.} = Q_{пол.} \quad \text{или} \quad cm(t_2 - t) = c_1 m_1(t - t_1) + c_2 m_2(t - t_1).$$

Из уравнения теплового баланса можно найти неизвестную удельную, теплоемкость металла, из которого изготовлен цилиндр:

$$c = \frac{c_1 m_1(t - t_1) + c_2 m_2(t - t_1)}{m(t_2 - t)}$$

$c =$

(1)

Порядок выполнения работы

1. В чайник с водой поместить цилиндр, изготовленный из металла с неизвестной удельной теплоемкостью. Воду в чайнике нагреть до кипения.
- 2.. Определить на весах массу внутреннего сосуда калориметра: m_1
3. Налить в калориметр воду (менее половины объема) и определить массу калориметра с водой: $m_1 + m_2$
4. Определить массу воды в калориметре: m_2
5. Собрав калориметр, измерить начальную температуру воды термометром: t_1
6. Из чайника с кипящей водой достать проволочным крючком металлический цилиндр при температуре t_2 и быстро перенести его в калориметр.
7. Измерить температуру воды t при установлении теплового баланса, т. е. когда температура воды перестанет повышаться.
8. Достать металлический цилиндр из воды и, осушив фильтровальной бумагой,

определить его массу: m

9. Вычислить удельную теплоемкость металла c , из которого изготовлен цилиндр, по формуле (см. теоретическое обоснование формула 1).

10. Погрешностями при измерении масс можно пренебречь. Поэтому относительную погрешность при косвенном измерении удельной теплоемкости можно представить выражением

$$\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta(t-t_1)}{t-t_1} + \frac{\Delta(t_2-t)}{t_2-t}$$

При измерений жидкостным термометром можно считать, что

$$\Delta(t-t_1) = \Delta(t_2-t) = 1^\circ\text{C}$$

Тогда относительная погрешность измерения удельной теплоемкости:

$$\varepsilon = \frac{\Delta C}{C} = \frac{1^\circ\text{C}}{t-t_1} + \frac{1^\circ\text{C}}{t_2-t}$$

11. Рассчитать абсолютную погрешность измерения удельной теплоемкости:

$$\Delta c = c \cdot \varepsilon$$

12. Окончательный результат измерения удельной теплоемкости представить в виде:

$$c = c_{\text{выч}} \pm \Delta c$$

Из какого вещества сделан цилиндр?

Контрольные вопросы:

1. Удельная теплоемкость меди $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. Что означает?
2. Сколько энергии необходимо затратить, чтобы нагреть 500 г меди на 200°C ?
3. Для нагревания воды от 20°C до 100°C затрачено 1,68 МДж энергии. Определить массу воды.

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 7

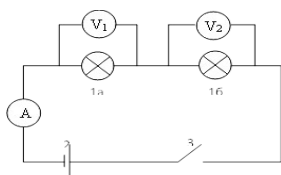
Проверка законов электрической цепи при последовательном и параллельном соединениях ее элементов.

Цель работы: Проверить законы электрической цепи при последовательном и параллельном соединениях ее элементов.

Оборудование: Источник электрической энергии, резисторы (сопротивление каждого резистора указано на панели), амперметр и вольтметр постоянного тока, реостат ползунковый, ключ, соединительные провода с наконечниками.

Теоретические сведения.

Прибор, основанный на сопротивлении проводника, называется резистором. Главное свойство проводника – это наличие у него электрического сопротивления. Поэтому под словами «последовательное соединение резисторов», «последовательное соединение проводников» и «последовательное соединение сопротивлений» понимается одно и то же. *Последовательным соединением* называется соединение, когда элементы идут друг за другом, чередуются.



При последовательном соединении:

1. Сила тока в различных последовательно соединенных участках цепи одинакова: $I_{\text{общ}} = I_1 = I_2$
2. Полное напряжение в цепи при последовательном соединении равно сумме напряжений на отдельных участках цепи: $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$
3. Общее сопротивление цепи при последовательном соединении проводников равно сумме сопротивлений отдельных проводников (или отдельных участков цепи).

$$IR_{\text{общ}} = IR_1 + IR_2, \text{ так как } I_{\text{общ}} = I_1 = I_2 \Rightarrow R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$$
4. Если имеем n – проводников с одинаковым сопротивлением R , т.е. $R_1 = R_2 = R_3$, то получим

$$R_{\text{общ}} = R_1 n$$

$$U_{\text{общ}} = U_1 n$$

Применение последовательного соединения проводников:

Последовательное соединение проводников широко применяется на практике, например: выключатели, соединение источников тока (гальванических элементов); резисторов (проводников, имеющих сопротивление); электрических ламп (ёлочные гирлянды); обмотки трансформаторов; конденсаторы.

Преимуществами последовательного соединения являются: проводники, рассчитанные на небольшие напряжения, соединяя последовательно можно включать в сети с большим напряжением; подбирая лампочки с разными сопротивлениями можно создавать различную освещённость.

Основным недостатком последовательного соединения проводников является: при выходе из строя одного из элементов соединения отключаются и остальные.

Порядок выполнения работы

1. Составить электрическую цепь по схеме, изображенной на рис.1

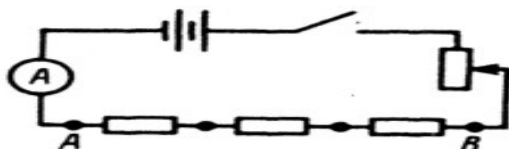


Рис.1

2. Цепь замкнуть и измерить напряжения на отдельных резисторах.
3. Измерить напряжение на концах всей группы резисторов (участок АВ) U_{AB} . Записать показание амперметра I .
4. Проверить соотношение $U = U_1 + U_2 + U_3$.

$$U$$

5. По формуле $I = \frac{U}{R}$ вычислить силу тока на каждом резисторе. Сравнить ее с показаниями амперметра.

$$\frac{U_{AB}}{I}$$

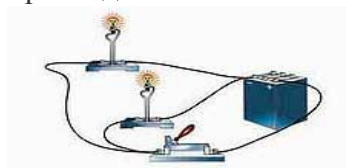
6. Вычислить эквивалентное сопротивление $R_{\text{экв}} = \frac{U_{AB}}{I}$. Проверить справедливость формулы $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$. Опыт произвести не менее трех раз с различными напряжениями. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

№ опыта	Сопротивление, R (Ом)	Напряжение, U (В)	Сила тока, I (А)
---------	-------------------------	---------------------	--------------------

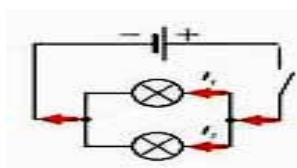
	Измерения			Расчёты		Измерения				Расчёты	Измерения	Расчёты		
	R_1	R_2	R_3	$R_{общ}$	$R_{экв}$	U_1	U_2	U_3	U_{AB}	U	I	I_1	I_2	I_3
1														
2														
3														

7. Сделать вывод о зависимости сопротивления цепи от сопротивлений её отдельных участков, зависимость напряжения цепи от падений напряжений на отдельных ее участках, о силе тока на отдельных участках цепи,

Параллельное соединение – это соединение, при котором резисторы соединяются между собой обоими контактами. В результате к одной точке (электрическому узлу) может быть присоединено несколько резисторов.



Эл. цепь



Эл. схема

При параллельном соединении:

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

$$I_{общ} = I_1 + I_2$$

2. Напряжение на всех параллельно соединенных участках цепи одинаково

$$U_{общ} = U_1 = U_2$$

3. При параллельном соединении величина обратная полному сопротивлению, равна сумме величин, обратных сопротивлений ветвей:

$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

4. Если имеем n – проводников с одинаковым сопротивлением R , т.е.

$$R_1 = R_2 = \dots = R_n, \text{ то получим: } R_{общ} = \frac{R_1}{n} ; I_{общ.} = I_1 n$$

Применение параллельного соединения.

В одну и ту же электрическую цепь параллельно могут быть включены самые различные потребители электрической энергии. Такая схема соединения потребителей тока используется, например, в жилых помещениях.

Преимуществами параллельного соединения являются: если одна из ветвей выходит из строя, остальные продолжают работать. При этом каждую ветвь можно подключать и отключать отдельно.

Основным недостатком параллельного соединения проводников является: можно включать приборы, рассчитанные только на данное напряжение.

Порядок выполнений работы

1. Составить электрическую цепь по схеме, изображенной на рис. 1.

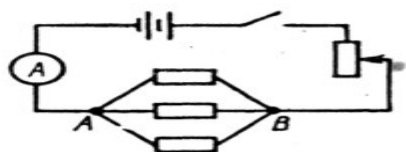


Рис.1

2. Замкнуть цепь и с помощью реостата установить силу тока в цепи 1,5—2 А.

Определить силу тока I .

3. Подключить амперметр последовательно к каждому из трех резисторов (поочередно) и измерить силу тока в каждом резисторе. Проверить соотношение

$$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3.$$

4. Рассчитать напряжение на каждом резисторе по закону Ома для участка цепи.

5. Измерить напряжение на участке АВ U_{AB} и определить эквивалентное сопротивление

$$R_{\text{экв}} = \frac{U_{AB}}{I}$$

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

5. Проверить справедливость формулы

Измерения произвести не менее трех раз с различными токами. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

№ опыта	Сопротивление, R (Ом)					Напряжение, U (В)				Сила тока, I (А)				
	Измерения			Расчёты		Измерения	Расчёты			Измерения				Расчёты
	R_1	R_2	R_3	$R_{\text{общ}}$	$R_{\text{экв}}$		U_{AB}	U_1	U_2	U_3	I_1	I_2	I_3	I
1														
2														
3														

7. Сделать вывод о зависимости сопротивления цепи от сопротивлений её отдельных участков, зависимость напряжения цепи от падений напряжений на отдельных ее участках, о силе тока на отдельных участках цепи,

Контрольные вопросы:

1. Две электрические лампы и резистор, соединенные последовательно, включены в сеть с напряжением $U=220\text{В}$. Найти сопротивление каждого потребителя, если каждая лампа рассчитана на напряжение $U_1=60\text{ В}$, а ток в цепи $I=4\text{ А}$.
2. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм ?
3. Восемь резисторов соединили по два последовательно в четыре параллельные ветви. Начертить схему соединения и определить общее сопротивление, если сопротивление каждого по 8 Ом .
4. Потребители электрической энергии соединены так, как показано на рис.2. Определить эквивалентное сопротивление в этом случае, если $R_1=R_2=R_3=12\text{ Ом}$, $R_4=4\text{ Ом}$, $R_5=R_6=40\text{ Ом}$.

Рис.2

5. Учащийся при измерении напряжения на лампочке включил по ошибке амперметр вместо вольтметра. Что при этом произойдет?
6. Как включить 10 ламп для освещения трамвайного вагона, рассчитанных на напряжение 120 В ? Напряжение в трамвайной сети 600 В . Начертить схему соединения.

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я.

Лабораторное занятие № 8

Определение удельного сопротивления материала

Цель работы: Определить удельное сопротивление нихрома.

Оборудование: Реостат, штангенциркуль, амперметр, вольтметр, источник тока, ключ, соединительные провода с наконечниками.

Теоретические сведения.

Причиной наличия сопротивления у проводника является взаимодействие движущихся электронов с ионами кристаллической решетки проводника. Из-за различия в строении кристаллической решетки у проводников, выполненных из различных веществ, сопротивления их отличаются друг от друга.

Удельное электрическое сопротивление, или просто **удельное сопротивление** вещества — физическая величина, характеризующая способность вещества препятствовать прохождению электрического тока.

Удельное сопротивление обозначается греческой буквой ρ . Единица измерения в системе СИ: $[\rho] = 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. В технике также применяется устаревшая внесистемная

единица $[\rho] = \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Физический смысл удельного сопротивления – сопротивление проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм².

Стоит отметить, что среди хороших проводников, которыми являются металлы, наилучшими являются драгоценные металлы, при этом серебро считается самым лучшим проводником, т. к. у него наименьшее малое удельное сопротивление. Этим объясняется использование драгоценных металлов при пайке особо важных элементов в электротехнике. Из значений удельных сопротивлений веществ можно делать выводы об их практическом применении – вещества с большим удельным сопротивлением подойдут для изготовления изоляционных материалов (*проводники с большим удельным сопротивлением* применяются в качестве нагревательных элементов), а с небольшим – для проводников. Величина, обратная удельному сопротивлению, называется удельной проводимостью (удельной электропроводностью).

Порядок выполнения работы

1. Определить длину проволоки. Для этого нужно измерить диаметр D керамического цилиндра реостата и подсчитать число витков на нем n . Длину проволоки вычисляют по формуле:

$$l = \pi D n$$

2. Измерить длину обмотки реостата L и при известном числе витков n

определить диаметр проволоки: $d = \frac{L}{n}$

3. Определить площадь S поперечного сечения проволоки: $S = \frac{\pi d^2}{4}$

4. Составить цепь по схеме, изображенной на рис.

5. Измерить силу тока в реостате и напряжение на нем (когда реостат полностью введен в цепь). Пользуясь законом Ома, определить сопротивление R

6. Определить удельное сопротивление ρ проводника по формуле: $\rho = \frac{RS}{l}$

7. Учитывая, что провод реостата изготовлен из нихрома, сравнить средний результат опытов с табличным значением удельного сопротивления нихрома



$\rho_{\text{нхр}} = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$												
№ опыта	Число витков n	Диаметр витка d	Площадь попер. сечения $S, \text{ м}^2$	Длина обмотки	Диаметр проволоки $d, \text{ мм}$	Площадь попер. сечения $S, \text{ м}^2$	Сила тока $I, \text{ А}$	Напряжение $U, \text{ В}$	Сопротивлен. $R, \text{ Ом}$	Удельное сопротивление $\rho, \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Среднее знач. $\rho_{\text{ср}}$	Относительная погрешность $\varepsilon, \%$
1												
2												
3												

8. Результаты не менее трехкратных измерений и вычислений записать в таблицу:

$$\frac{|\rho_{\text{таб}} - \rho_{\text{ср}}|}{\rho_{\text{таб}}} \cdot 100\%$$

Относительная погрешность: $\varepsilon =$

Абсолютная погрешность вычислить по формуле: $\Delta \rho = \varepsilon \cdot \rho_{\text{ср}}$

Вывод записать в виде: $\rho = \rho_{\text{ср}} \pm \Delta \rho$

Контрольные вопросы:

1. Что показывает удельное сопротивление проводника?
2. Какие проводники имеют наименьшие и наибольшие удельные сопротивления? Где и в каких целях применяются?
3. Какое сопротивление имеет алюминиевый провод длиной 10 м и площадью поперечного сечения 0,27 мм²?
4. Определить площадь поперечного сечения медной проволоки длиной $l = 500 \text{ м}$, если сопротивление этой проволоки $R = 0,5 \text{ кОм}$.

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторное занятие № 9

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Цель работы: измерить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Оборудование: реостат, амперметр, вольтметр, источник тока, ключ, соединительные провода с наконечниками.

Теоретические сведения

Для того, чтобы в цепи существовал электрический ток, необходимо наличие в веществе свободных заряженных частиц и наличие разности потенциалов. А для существования разности потенциалов в цепи, необходим источник тока (устройство, преобразующее какой-либо вид энергии в электрическую). Разность потенциалов на его полюсах образуется в результате разделения зарядов на положительные и отрицательные. Кулоновские силы не способны делить заряды по знаку, поэтому работу против кулоновских сил совершают силы неэлектрической природы, в том числе химические, механические и т.п. Эти силы были названы **сторонними силами**, а характеристикой действия сторонних сил является электродвижущая сила.

Способность источника электрической энергии создавать и поддерживать на своих зажимах определенную разность потенциалов называется **электродвижущей силой**, сокращенно ЭДС.

Она численно равна отношению работы сторонних сил $A_{\text{ст}}$ по переносу зарядов вдоль замкнутой цепи к величине этого заряда q :

$$\varepsilon = \frac{A_{cm}}{q}$$

За единицу измерения электродвижущей силы в системе СИ принимается

$$[\mathcal{E}] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = 1\text{В (Вольт)}$$

Когда цепь замыкается, разделенные в источнике тока заряды образуют электрическое поле, которое перемещает заряды во внешней цепи. Внутри же источника тока заряды движутся навстречу полю под действием сторонних сил.

Силу электрического тока, создаваемого источником определяют согласно **закона Ома для замкнутой (полной) цепи: сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна ЭДС в цепи и обратно пропорциональна сумме внешнего и внутреннего сопротивлений цепи.**

$$I = \frac{E}{R+r}$$

Таким образом, энергия, запасенная в источнике тока, расходуется на работу по перемещению заряда в цепи с внешним R и внутренним сопротивлениями r :

$$\mathcal{E} = I \cdot R + I \cdot r \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = U + I \cdot r$$

где R - *внешнее сопротивление* источника (провода, ключ, потребители),

r – *внутреннее сопротивление* источника (сопротивление самого источника тока).

ЭДС источника равна сумме внешнего U и внутреннего напряжений U_0 : $\mathcal{E} = U + U_0$.

ЭДС можно определить на клеммах источника вольтметром при разомкнутой внешней цепи (рис. 1).

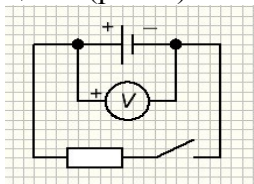


рис. 1

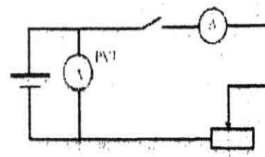


рис. 2

Порядок выполнения работы:

1. Составить электрическую цепь по схеме (рис. 2)
2. После проверки схемы замкнуть цепь и, пользуясь реостатом, установить в цепи силу тока. Снять показания амперметра и вольтметра, занести в таблицу.
3. Используя закон Ома для замкнутой цепи для максимального и минимальный значения токов $\mathcal{E} = U_1 + I_1 r$, $\mathcal{E} = U_2 + I_2 r$, вывести формулу для определения внутреннего сопротивления источника тока. Вычислить ЭДС.
4. Опыт повторите еще 2, 3 раза, вычислить \mathcal{E} и r для каждого случая.
5. Определить среднее значение ЭДС \mathcal{E}_{cp} и внутреннего сопротивления r_{cp} источника электрической энергии. Измерить напряжение на зажимах источника электрической энергии при разомкнутой внешней цепи. Сравнить показания вольтметра с ЭДС вычисленной по результатам опыта.
6. Определить абсолютную погрешность по формуле: $\Delta r = r - r_{cp}$ и среднюю абсолютную погрешность Δr_{cp}
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№ опыта	Измерения			Расчеты				
	Сила тока в цепи I, A	Напряжение на полюсах источника U, B	ЭДС источника \mathcal{E}, B	ЭДС источника \mathcal{E}, B	Среднее значение ЭДС \mathcal{E}_{cp}, B	Внутреннее сопротивление $r, Ом$	Среднее значение внутреннего сопротивления $r_{cp}, Ом$	Абсолютная погрешность $\Delta r, Ом$
1								
2								
3								

8. Запишите вывод в виде: $r = r_{cp} \pm \Delta r_{cp}$

Контрольные вопросы.

1. Укажите условия существования электрического тока в проводнике.
2. Автомобильная батарея аккумуляторов имеет ЭДС 12 В. Что это значит?
3. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключен реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.
4. При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС 4,5 В вольтметр показал напряжение на лампочке 4 В, а амперметр — силу тока 0,25 А. Каково внутреннее сопротивление батареи?
5. Определите ЭДС источника электрической энергии с внутренним сопротивлением 0,2 Ом, если при замыкании его никромовым проводником длиной 4 м и при сечении $2,24 \text{ мм}^2$ в цепи возникает ток, равный 0,5 А. Удельное сопротивление никрома $1,12 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 10

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

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

Оборудование: электрическая лампочка 3.5 В; источник постоянного напряжения на 4 В; реостат ползунковый; амперметр; вольтметр; омметр; ключ; соединительные провода с наконечниками.

Теоретические сведения.

При замыкании электрической цепи на ее участке с сопротивлением R , током I ,

напряжением на ее концах U производится работа: $A = I \cdot U \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$

Величина, равная отношению работы тока ко времени, за которое она совершается,

называется мощностью P : $P = \frac{A}{t} = I \cdot U = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$.

Единица измерения мощности: $[P] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт (ватт)}$.

Лампа накаливания — искусственный источник света, в котором свет испускается *спиралью*, нагреваемой электрическим током до высокой температуры. Для

получения видимого излучения необходимо, чтобы температура излучающего тела превышала 570 °С (температура начала красного свечения, видимого человеческим глазом в темноте). Рабочие температуры нитей ламп накаливания лежат в пределах 2000—2800 °С. В телах накаливания современных ламп накаливания применяется тугоплавкий и относительно недорогой **вольфрам** (температура плавления 3410 °С). Чтобы исключить окисление тела накала при контакте с воздухом, его помещают в вакуумированную колбу, либо колбу, заполненную **инертными газами** (аргоном) или парами **галогенов**.

Сопротивление нити накала в холодном состоянии ламп, ток накала которых равен 0,3 – 0,4 А должно быть около 3 – 4 Ом.

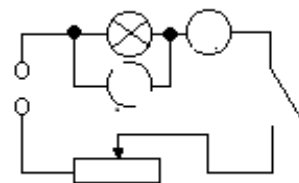
Сопротивление вольфрама, как и других металлов, линейно растет с температурой

$$R = R_0(1 + \alpha(t - t_0))$$

Поэтому зависимость силы тока от напряжения для лампы не является линейной, как у проводов, которые в условиях эксплуатации нагреваются слабо. Температура нити лампы накаливания, зависящая при данной силе тока от условий теплоотвода, может быть определена по измеряемым значениям сопротивлений при комнатной температуре и в раскаленном состоянии.

Порядок выполнения работы

1. Омметром измерить сопротивление нити лампы при комнатной температуре. (Учитывая небольшую погрешность сопротивления лампы при комнатной температуре принять за R_0).
2. Составить электрическую цепь по схеме, изображенной на рис. соблюдая полярность приборов.
3. С помощью реостата установить наименьшее значение напряжения. Снять показания амперметра и вольтметра.
4. Постепенно выводя реостат, снять 7-10 раз показания амперметра и вольтметра.
5. Для каждого значения напряжения определить:
 - а) мощность, потребляемую лампой: $P=IU$;
 - б) сопротивление нити накала: $R_t = \frac{U}{I}$;



- в) температуру ее накала: $T = \frac{R_t}{R_0 \alpha}$.

Значение температурного коэффициента сопротивления вольфрама из таблицы $\alpha = 0,005 \text{ K}^{-1}$.

6. Результаты измерения и вычислений записать в таблицу.

№ измерения	Измерения			Расчеты		
	Напряжение на лампе $U, \text{В}$	Сила тока $I, \text{А}$	Сопротивление нити лампы, $R_0, \text{Ом}$	Мощность потребляемая лампой, $P, \text{Вт}$	Сопротивление лампы $R, \text{Ом}$	Температура накала $T, \text{К}$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

8. Построить график зависимости мощности, потребляемой лампой, от напряжения на ее зажимах $P(U)$. По оси ординат откладывать мощность в ваттах, по оси абсцисс - напряжение в вольтах.
9. Сделать вывод о характере зависимости потребляемой мощности от напряжения.

Контрольные вопросы:

1. Плавкий предохранитель рассчитан на силу тока 6 А. Можно ли при наличии такого предохранителя включить в сеть напряжением 220 В прибор мощностью 2400 Вт?
2. Какой должна быть сила тока в проводнике, включенном в сеть напряжением 120 В, чтобы в нем каждую секунду выделялось 420 Дж теплоты?
3. Лампа мощностью 300 Вт рассчитана на напряжение 110 В. Какое дополнительное сопротивление позволит включать её в сеть с напряжением 127 В ?
4. Вольтметр, включенный параллельно участку цепи с сопротивлением 10 Ом, показал 5 В. Определить мощность, потребляемую данным участком цепи.
5. Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и э.д.с. 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты выделится во внешней части цепи за секунду?

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 11

Наблюдение действия магнитного поля на ток и изучение явления электромагнитной индукции

Цель работы:

- Наблюдение взаимодействия проводочного мотка, соединенного к источнику постоянного тока, с магнитом.
- Определение направления движения рамки с током в магнитном поле при различных условиях.

Оборудование: проводочный моток, штатив, источник постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода, дугообразный магнит, миллиамперметр, катушки с сердечниками, магнитная стрелка (компас).

Порядок выполнения работ:

1. Подвесьте проводочный моток к штативу, подсоедините его к источнику тока последовательно с реостатом и ключом. Предварительно ключ должен быть разомкнут, движок реостата установлен на максимальное сопротивление.
2. Поднесите к висящему мотку магнит и, замыкая ключ, наблюдайте движение мотка.
3. Выберите несколько характерных вариантов относительного расположения мотка и магнита и зарисуйте их, указав направление магнитного поля, направление тока и предполагаемое движение мотка относительно магнита.
4. Проверьте на опыте правильность предположений о характере и направлении движения мотка.

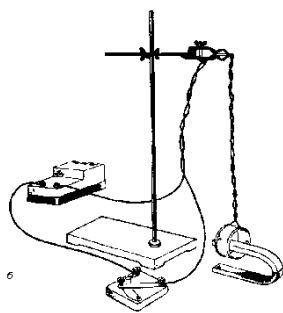
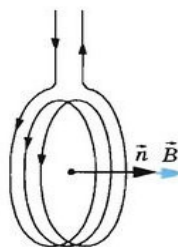


Рис. 144



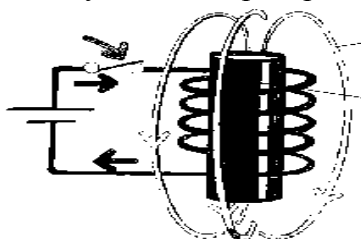
5. Сделайте вывод о взаимодействии проволоочного мотка, соединенного к источнику постоянного тока, с магнитом.

Подготовка к проведению работы

1. Вставьте в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкните ключ и с помощью магнитной стрелки (компыа) определите расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксируйте, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.
2. Отключите от цепи реостат и ключ, замкните миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.

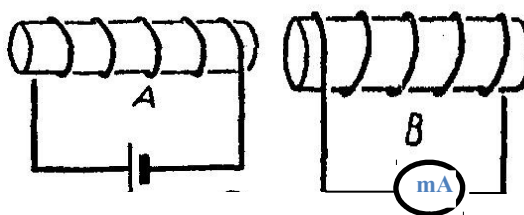
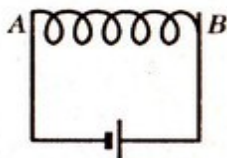
Проведение эксперимента

1. Приставьте сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвиньте внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.
2. Повторите наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.
3. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца в каждом случае.
4. Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.
5. Вставьте в обе катушки железные сердечники и присоедините вторую катушку через выключатель к источнику питания.
6. Замыкая и размыкая ключ, наблюдайте отклонение стрелки миллиамперметра.
7. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца.



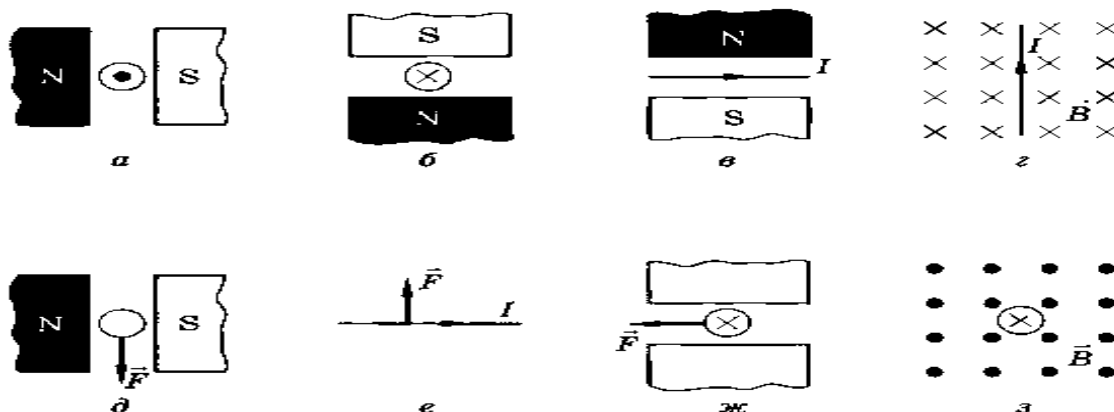
Контрольные вопросы.

1. На рисунке изображена катушка с током. Какой конец катушки обладает свойствами северного магнитного полюса?



2. Смешавшиеся на полу мастерской железные и цинковые опилки потребовалось отделить друг от друга. Как это быстрее всего сделать?
3. Над соленоидом на пружине подвешивают тонкие стержни из мягкого железа, чугуна, меди. Что произойдет с каждым из стержней, если через соленоид пропустить постоянный ток?
4. Какое направление принимается за направление вектора магнитной индукции?

5. С помощью какого правила устанавливают направление вектора магнитной индукции и как оно читается?
6. На рисунке представлены различные случаи взаимодействия магнитного поля с током. Сформулировать задачу для каждого из приведенных случаев и решить ее.



Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа №12 Проверка законов колебаний маятника.

Цель работы: Проверить законы колебаний математического маятника.

Оборудование: набора из трех шариков одинаковых размеров, но разной массы, секундомер, измерительная лента, весы, разновес, штатив, швейные нитки.

I. СВЯЗЬ МЕЖДУ ПЕРИОДОМ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА И ЕГО ДЛИНОЙ.

1. Подвесить на нити один из шариков. Измерить длину получившегося маятника.
2. Сообщив шарiku колебания с небольшой амплитудой, отсчитать 10-15 полных колебаний и заметить время, в течение которого были совершены эти колебания.

$$\frac{t}{n}$$

3. Вычислить период одного полного колебания по формуле: $T = \frac{t}{n}$
4. Повторить измерения с маятниками разной длины.
5. Данные измерений и вычислений занести в таблицу.

Номер измерения	Число полных колебаний n	Затраченное время t , с	Период T , с	Длина l , м
1				
2				
3				

На основании полученных данных сформулировать вывод о связи между периодом колебаний маятника и его длиной.

II СВЯЗЬ МЕЖДУ ПЕРИОДОМ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА И ЕГО АМПЛИТУДОЙ.

1. Подвесить на нити один из шариков. Отклонить шарик на 5см. от положения равновесия и, отпустив его измерить период его колебаний, как это делалось в предыдущей работе.
2. Повторить измерения, изменив начальное отклонение маятника от положения равновесия.
3. Данные измерений и вычислений занести в таблицу.

Номер измерения	Число полных колебаний n	Затраченное время t , с	Период T , с	Амплитуда A , мм
1				
2				
3				

На основании полученных данных сформулировать вывод о связи между периодом колебаний маятника и амплитудой.

III СВЯЗЬ МЕЖДУ ПЕРИОДОМ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА И ЕГО МАССОЙ

1. Измерить массу шарика. Подвесить шарик на нити, измерив длину получившегося маятника.
2. Сообщить шарiku колебания с небольшой амплитудой и измерить период его колебаний, как это делалось в двух предыдущих частях работы.
3. Повторить измерения с шариками другой массы.

Примечание: Строго следите за тем, чтобы при всех измерениях длина маятника оставалась постоянной.

4. Данные измерений и вычислений занести в таблицу.
- 5.

Номер измерения	Число полных колебаний n	Затраченное время t , с	Период T , с	Масса m , г
1				
2				
3				

На основании полученных данных сформулировать вывод о связи между периодом колебаний маятника и его массой.

IV. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МАЯТНИКА

1. Подвесить шарик на нити и измерить длину получившегося маятника.
2. Сообщить шарiku колебания с небольшой амплитудой и измерить время его колебаний, как это делалось в предыдущих работах.
3. Провести измерения несколько раз.
4. Вычислить для каждой серии измерений значение ускорения свободного падения.

из формулы периода математического маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№ измерения	Длина нити l , м	Число полных колебаний n	Время t , с	Период T , с	Ускорение свободного падения g , м/с ²	Среднее значение ускорения g_{cp} , м/с ²
1						
2						
3						

6. Приняв табличное $g_{\text{табл}}=9.8 \text{ м/с}^2$, найти относительную погрешность

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

7. Определить абсолютную погрешность $\Delta g = \delta \cdot g_{\text{ср}}$

Вывод: $g = g_{\text{ср}} \pm \Delta g$

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа №13

Определение показателя преломления стекла

Цель работы: Научиться определять показатель преломления стекла.

Оборудование: трапециевидная призма, транспортир, линейка, булавки, лист картона.

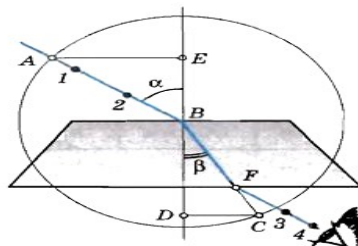
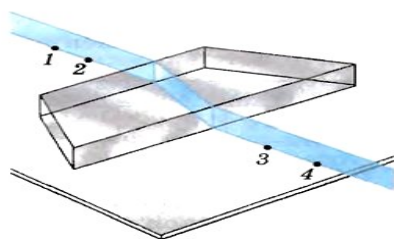
Порядок выполнения работы

1. На стол положить чистый лист бумаги с подложенным под ним картоном. На лист плашмя положить трапециевидную призму (матовой поверхностью вниз) и провести ее контуры.
2. С одной стороны стекла наколоть возможно дальше друг от друга две булавки так, чтобы прямая, проходящая через них, не была перпендикулярна грани пластинки.
3. С другой стороны стекла наколоть еще одну булавку так, чтобы, глядя вдоль них через стекло, видеть все булавки расположенными по одной прямой. Проведите из точки 3 прямую, параллельную прямой через точки 1 и 2.
4. Снять стекло и булавки, места наколов отметить точками 1, 2, 3, и через них провести отрезки до пересечения с границами стекла. Провести через точки 2 и 3 перпендикуляры к преломляющим поверхностям.
5. Измерить углы падения α и углы преломления γ (с помощью транспортира) и определить синусы измеренных углов.

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1}$$

6. Вычислить показатель преломления n стекла, учитывая, что $n =$

II способ определения показателя преломления n стекла



Через точку В границы раздела сред *воздух — стекло* проводят перпендикуляр к границе, отмечают углы падения α и преломления γ (на рис. обозначено β). Далее с помощью циркуля проводят окружность с центром в точке В и строят

прямоугольные треугольники ABE и CBD. Так как $\sin \alpha = \frac{AE}{AB}$, $\sin \gamma = \frac{CD}{BC}$ и

$AB = BC$, то формула для определения показателя преломления стекла примет вид

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{AE}{CD}$$

7. Измерения повторить не менее трех раз.

8. Определить среднее значение показателя преломления стекла n_{cp}

9. Определить абсолютную погрешность $\Delta n = n - n_{cp}$

10. Определить среднее значение абсолютной погрешности Δn_{cp}

$$\frac{|n_{таб} - n_{cp}|}{n_{таб}}$$

11. Определить относительная погрешность $\delta = \frac{n_{таб}}{n_{таб}} \cdot 100\%$, где $n_{таб} = 1.5$

12. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

Номер измерения	α_1	γ_1	α_2	γ_2	n	n_{cp}	Абсолютная погрешность Δn	Среднее значение абсолютной погрешности Δn_{cp}	Относительная погрешность, $\delta, \%$
1									
2									
3									

Вывод:

$$n = n_{cp} \pm \Delta n_{cp}$$

$$n_{cp} - \Delta n_{cp} < n < n_{cp} + \Delta n_{cp}$$

Контрольные вопросы:

1. Определить угол преломления светового луча в воде, если угол падения на поверхность составляет 60° .
2. На поверхность глицерина из воздуха падает световой луч под углом 30° . Определить скорость распространения света в этой жидкости и угол преломления.

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

Лабораторная работа № 14 **Определение фокусного расстояния и оптической силы** **собирающей линзы.**

Цель работы: Научиться определять фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

Оборудование: Источник света (свечка), двояковыпуклая линза в оправе с подставкой, экран, измерительная линейка с миллиметровой шкалой.

Теоретические сведения.

Любой предмет можно представить как совокупность точек. Каждая точка предмета, который светится собственным или отраженным светом, испускает лучи во всех направлениях.



рис. 1

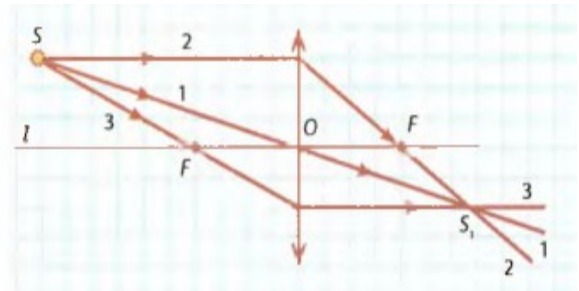


рис. 2

Получение изображения пламени свечи с помощью собирающей линзы

Три простейших в построении луча (рис.2)

1 — луч, проходящий через оптический центр O линзы (не преломляется и не изменяет своего направления);

2 — луч, параллельный главной оптической оси I линзы (после преломления в линзе идет через фокус F);

3 — луч, проходящий через фокус F (после преломления в линзе идет параллельно главной оптической оси линзы).

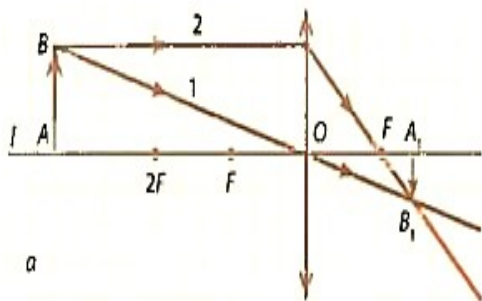


рис. 3

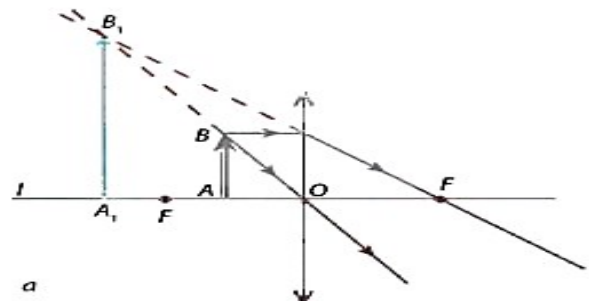
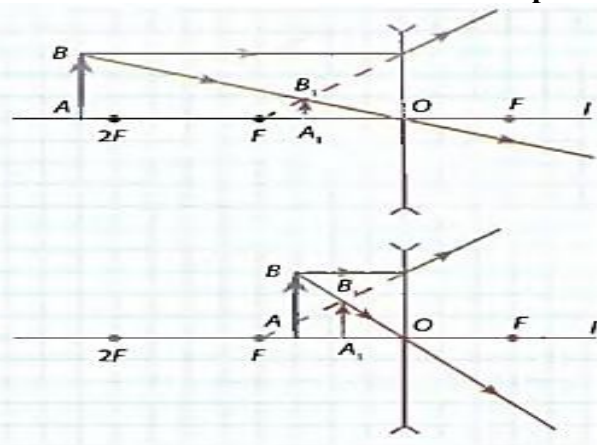
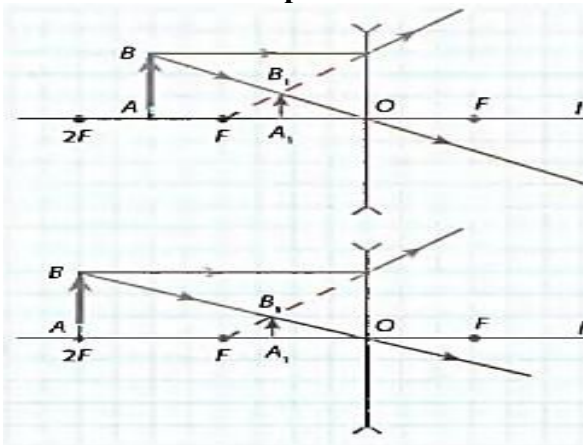


рис. 4



р

ис.5

Существует математическая зависимость между расстоянием d от предмета до линзы, расстоянием f от изображения предмета до линзы и фокусным расстоянием F линзы. Эта

зависимость называется **формулой тонкой линзы** и записывается так: $\pm \frac{1}{F} = \frac{1}{d}$

$$\pm \frac{1}{f}$$

Перед F ставится «+», если собирающая линза; «-», если рассеивающая линза;

Перед f ставится «+», если действительное изображение; «-», если мнимое изображение.

Порядок выполнения работы:

1. На расстоянии 400-500 мм от источника света установить экран.

- Между осветителем и экраном поставить линзу и, передвигая ее, получить четкие изображения стрелки на экране: а) увеличенное и б) уменьшенное..
- Измерить расстояние d от предмета (стрелки) до линзы и расстояние f от линзы до изображения в обоих случаях.
- Найти фокусное расстояние линзы из формулы тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
- Определить оптическую силу D линзы $D = \frac{1}{F}$
- Измерения повторить не менее трех раз, изменяя расстояния d и f .
- Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.
- Абсолютная погрешность фокусного расстояния $\Delta F = F - F_{\text{ср.}}$.

№ измерения	$d, \text{ м}$	$f, \text{ м}$	Фокусное расстояние		Оптическая сила		Абсолютная погрешность		Относительная погрешность $\delta, \%$
			$F, \text{ м}$	$F_{\text{ср.}}, \text{ м}$	$D, \text{ дптр}$	$D_{\text{ср.}}, \text{ дптр}$	$\Delta F, \text{ м}$	$\Delta F_{\text{ср.}}, \text{ м}$	
1									
2									
3									

$$\delta = \frac{\Delta F_{\text{ср.}}}{F_{\text{ср.}}} \cdot 100$$

- Относительная погрешность

Вывод: Записать в виде $F = F_{\text{ср.}} \pm \Delta F_{\text{ср.}}$

Контрольные вопросы:

- Что такое оптическая сила линзы, и в каких единицах она измеряется? (дать определение)
- Одна линза имеет оптическую силу (-4) дптр, а другая 4 дптр. Чем отличаются эти линзы?
- На каком расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 2,5 дптр нужно поместить предмет, чтобы его мнимое изображение находилось на расстоянии 2 м.

Список рекомендованной литературы:

- Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)

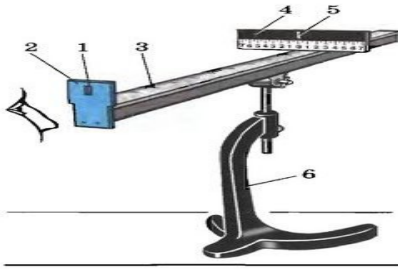
Лабораторная работа № 15

Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.

Цель работы: Научиться определить длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Оборудование: источник света, дифракционная решетка и линза F100 на подставках, экран, измерительная линейка, лист белой бумаги.

Порядок выполнения работы



Решетка 1 устанавливается в держателе 2, который прикреплен к концу линейки 3. На линейке же располагается черный экран 4 с узкой вертикальной щелью 5 посередине. Экран может перемещаться вдоль линейки, что позволяет изменять расстояние между ним и дифракционной решеткой. На экране и линейке имеются миллиметровые шкалы. Вся установка крепится на штативе 6.

Порядок выполнения работы

1. Установить экран на расстоянии около 500 мм от осветителя.
2. В держатель экрана вставить небольшой лист белой бумаги (картона).
3. Подключить осветитель к источнику питания 42 В.
4. Установить между осветителем и экраном линзу F100 и сфокусировать увеличенное изображение нити лампы на экране.
5. Поставить дифракционную решетку между линзой и экраном ближе к линзе, чтобы на экране наблюдалась четкая картина дисперсии света, т.е. четкое изображение спектров 1-го и 2-го порядков.
6. Измерить расстояние b от экрана до дифракционной решетки.
7. Определить расстояние от нулевого максимума (яркой белой полосы) до середины фиолетовой полосы как слева ($a_{\text{л}}$), так и справа ($a_{\text{п}}$), для спектров первого

порядка(рис.) и вычислить среднее значение $a'_{\text{ср}}$.

8. Тоже проделать для спектра 2-го порядка, найдя $a''_{\text{ср}}$.
9. Провести измерения для красных полос в спектрах 1-го и 2-го порядков, определив $a_{\text{ср}}$ для красных полос в спектрах 1-го и 2-го порядков, определив $a_{\text{ср}}$ для этих спектров.

10. Теория дифракционной решетки дает соотношение $d \sin \phi = k\lambda$, где d – постоянная (период) решетки; ϕ – угол, под которым виден световой максимум (угол дифракции) для монохроматического излучения или какая-либо линия (полоса) для сложного света; $k = 0, 1, 2, \dots$ – порядок спектра (число световых максимумов или спектральных полос); λ – длина волны излучения. При малых углах дифракции (ϕ) можно положить, что $\sin \phi \approx \tan \phi = a/b$. Исходя из изложенного, определяем длину волны λ как

$$\lambda = \frac{ad}{kb}$$

Примечание. Значения постоянной решетки d приводят в паспорте решетки или указывают на самой решетке. В нашем случае $d = 1/100$ мм: это означает, что на 1 мм поверхности стекла (пленки) нанесено 100 штрихов.

11. Определить длину волны $\lambda_{\text{к}}$ красных лучей (исследуя спектры 1-го и 2-го порядка) и длину волны $\lambda_{\text{ф}}$ фиолетовых лучей тех же спектров.
12. Результаты измерений и вычислений записать в табл. 1 и 2.

Номер измерения	Спектральные полосы									Относительная погрешность, $\delta = \frac{\Delta\lambda_{cp}}{\lambda_{cp}} 100$	
	фиолетовая								λ_{cp} <i>м</i>		$\Delta\lambda_{cp}$ <i>м</i>
	1-й порядок				2-й порядок						
	a_l , мм	a_n мм	a_{cp} мм	λ <i>нм</i>	a_l мм	a_n мм	a_{cp} , мм	λ <i>нм</i>			
1											
2											
3											

Номер измерения	красная	λ_{cp} <i>м</i>	$\Delta\lambda_{cp}$ <i>м</i>										
				1-й порядок				2-й порядок					
				a_l мм	a_n мм	a_{cp} , мм	λ <i>нм</i>	a_l , мм	a_n , мм	a_{cp} , мм	λ <i>нм</i>		
1											Относительная погрешность $\delta = \frac{\Delta\lambda_{cp}}{\lambda_{cp}} 100$		
2													
3													

Вывод

Для солнечного спектра $\lambda_{\phi} \approx 400$ нм и $\lambda_{\kappa} \approx 700$ нм (λ_{cp}). Сравните полученный вами результат с этими значениями длин волн. Какова точность ваших определений

Список рекомендованной литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; ред.: В. И. Николаев, Н. А. Парфентьева. - 20-е изд. - М. : Просвещение, 2011. - 367 с. - (Классический курс)