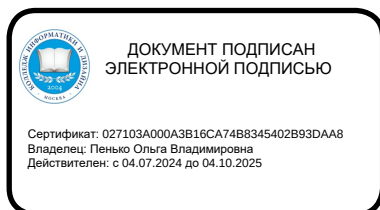




**Профессиональное образовательное частное учреждение
«КОЛЛЕДЖ ИНФОРМАТИКИ И ДИЗАЙНА»
(ПОЧУ «КИД»)**

109029, г. Москва, ул. Нижегородская, д.32, стр. 16, комн.301
ИНН 7721516041, КПП 772301001, ОГРН 1047796716990
тел. 8:(495)774-72-74, Официальный сайт kid-spo.ru



УТВЕРЖДАЮ
Директор ПОЧУ «КИД»
О.В.Пенько
«24» июня 2023г.

**Методические рекомендации для лабораторных работ
по общеобразовательной учебной дисциплине
ОУД. 11 Физика**

**Москва
2023**

Методические рекомендации для лабораторных работ по дисциплине «Физика» предназначены для студентов 1 курса специальности 09.02.07

Информационные системы и программирование

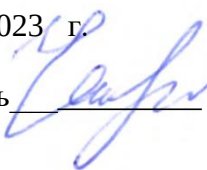
По результатам выполненной лабораторной работы составляется отчет, включающий в себя номер работы, тему, цель, ход работы, результаты измерений и вычислений (таблица), вычисления и вывод. По результатам отчета по лабораторной работе выставляются оценки «зачет» или «незачет». В случае «незачет» студент устраняет ошибки и недочеты и сдает работу на повторную проверку. В конце учебного года при выполнении всех лабораторных работ студент помещает их в подшивку с работами.

Разработчик: Жамалова Е.Ж.

Рецензиат: ООО «Единство»

Одобрено на заседании цикловой
комиссии укрупненных групп общих
гуманитарных и социально-
экономических дисциплин ПРОТОКОЛ
№ 1

От «24» 07 2023 г.

Председатель  Черная Н.В.

Оглавление

Введение.....	4
Раздел 1. Общие требования.....	4
Раздел 2. Указания к выполнению лабораторных работ.....	5
Лабораторная работа №1. Измерение массы тела методом гидростатического взвешивания....	8
Лабораторная работа №2. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.....	9
Лабораторная работа №3 Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити	11
Лабораторная работа №4 Изучение одного из изопроцессов.....	12
Лабораторная работа №5. Определение абсолютной влажности воздуха.....	13
Лабораторная работа №6. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.	14
Лабораторная работа №7. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.....	16
Лабораторная работа №8. Измерение ёмкости конденсатора.....	17
Лабораторная работа № 9. Изучение явления электромагнитной индукции.....	18
Лабораторная работа № 10. Проверка закона Ома для цепи переменного тока.....	19
Лабораторная работа №11 Измерение показателя преломления стекла.....	20
Лабораторная работа № 12. Изучение треков заряженных частиц.....	21
Вопросы к лабораторным работам	22
Литература.....	25

Введение

Цель 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; аналитических, проектировочных, конструктивных и др.*
- *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. **дата, наименование и номер работы;**
2. **перечень оборудования;**
3. **схема или зарисовка установки;**
4. **запись цены деления шкалы измерительного прибора;**
5. **таблица результатов измерений и вычислений заполняется по ходу работы;**
6. **расчетная формула, обработка результатов измерений и определение относительной погрешности.**

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.

Лабораторные работы и практические занятия (ЛПР)- основные виды учебных занятий, направленные на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Лабораторные работы этого пособия составлены с учётом реального уровня подготовки сегодняшних студентов. В пособии даётся подробное описание методики и порядка проведения каждой работы. В большинстве работ предложен простейший метод оценки погрешности: сравнение значения измеренной величины с её табличным значением, взятым из справочника. Наиболее сильные студенты смогут самостоятельно провести детальный расчет погрешностей, ознакомившись с методикой их вычисления которая дана в разделе «Методика расчета погрешностей».

К каждой работе предложены вопросы для её защиты. Это теоретические вопросы, которые охватывают тему лабораторной работы или несколько тем, смежных с ней. Представленные вопросы преподаватель может также использовать для проведения текущих зачетных занятий, семинаров. К каждому вопросу написан подробный план ответа, что безусловно, поможет студенту построить осмысленный и последовательный ответ.

В данном пособии включены по преимуществу классические для колледжей лабораторные работы, соответствующие учебным программам. Важно отметить, что из всего многообразия лабораторных работ, обычно предлагаемых по курсу физики, в пособие вошли только такие, которые потребуют использования стандартного оборудования.

Особенности данного пособия:

- Учен реальный уровень подготовки современных студентов;
- Предложенные вопросы к защите лабораторных работ имеют подробные планы ответов;
- Учтено реальное состояние лабораторного комплекса в учебных заведениях.

Раздел 2. Указания к выполнению лабораторных работ.

В данном разделе приводятся указания к лабораторным работам по всем, изучаемым разделам физики. Дается четкая инструкция к выполнению каждой работы. Также дается понятие погрешности и алгоритм ее расчета.

Понятие погрешности

В физике и технике нет абсолютно точных приборов. Каждое измерение содержит в себе ошибку, которая характеризуется погрешностью измерения.

Обозначим измеряемые физические величины (массу, скорость и т. д.) $x, y, p, \dots$. Их истинные значения (которые неизвестны) – $x_{ист}, y_{ист}, p_{ист}, \dots$.

Различают абсолютную погрешность (она характеризует точность результата измерения) и относительную (характеризует качество результата измерения). *Абсолютная погрешность* Δx показывает максимально возможную величину ошибки измерения:

$$\Delta x = |x - x_{ист}|.$$

Единицы измерения x и Δx одинаковы. *Относительная погрешность* ε_x показывает отношение ошибки измерения Δx к самой измеряемой величине x :

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{ист}},$$

ε_x безразмерна или выражается в %.

Алгоритм расчета погрешности.

Пусть величина z связана с x и y формулой $z = f(x, y)$. Измерены n значений x и y .

Необходимо рассчитать абсолютную погрешность Δz . Характеристики приборов известны.

1. Рассчитать систематические погрешности $\Delta x_{сист}, \Delta y_{сист}$ по формулам (1) – (3).
2. Если измерение однократное, то перейти к п. 7.

3. Рассчитать средние значения величин x_{cp} , y_{cp} , z_{cp} по формуле (5).
4. Рассчитать абсолютные погрешности i -го измерения Δx_i , Δy_i по формуле (6).
5. Рассчитать случайные погрешности $\Delta x_{сл}$, $\Delta y_{сл}$ по формуле (7).
6. Рассчитать полные абсолютные погрешности Δx , Δy по формуле (8).
7. Рассчитать относительные погрешности по формулам $\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{cp}}$, $\varepsilon_y = \frac{\Delta y}{y_{cp}}$.
8. Рассчитать относительную погрешность результата (искомой величины) ε_z по формуле (4).
9. Рассчитать абсолютную погрешность результата $\Delta z = z_{cp} \varepsilon_z$.
10. Записать результат и его погрешность в виде $z = z_{cp} \pm \Delta z$.

В пяти опытах проводились измерения силы тока I и напряжения U . Рассчитать сопротивление $R = \frac{U}{I}$ и его погрешность ΔR .

Характеристики приборов следующие:

амперметр: $\gamma_A = 2,5$, $I_{max} = 2 \text{ A}$, $c_A = 0,1 \text{ A}$;

вольтметр: $\gamma_V = 2$, $U_{max} = 6 \text{ B}$, $c_V = 0,2 \text{ B}$.

Таблица значений

I, A	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8
U, B	5,2	5,0	4,8	5,4	5,2
R, Ом	3,1	2,8	2,8	3,0	2,9

1. Систематические погрешности:

$$\Delta I_{сист} = \frac{\gamma_A I_{max}}{100} + \frac{c_A}{2} = \left(\frac{2,5 \cdot 2}{100} + 0,05 \right) \text{ A} = 0,1 \text{ A};$$

$$\Delta U_{сист} = \frac{\gamma_V U_{max}}{100} + \frac{c_V}{2} = \left(\frac{2 \cdot 6}{100} + 0,1 \right) \text{ B} = 0,22 \text{ B}.$$

2. Средние значения силы тока, напряжения и сопротивления:

$$I_{cp} = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5}{5} = 1,76 \text{ A};$$

$$U_{cp} = \frac{U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5}{5} = 5,12 \text{ B};$$

$$R_{cp} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5}{5} = 2,92 \text{ Ом}.$$

3. Абсолютные погрешности каждого измерения силы тока и напряжения:

$$\Delta I_1 = |I_{cp} - I_1| = 0,06 \text{ A}; \Delta I_2 = 0,04 \text{ A}; \Delta I_3 = 0,06 \text{ A};$$

$$\Delta I_4 = 0,04 \text{ A}; \Delta I_5 = 0,04 \text{ A}.$$

$$\Delta U_1 = |U_{cp} - U_1| = 0,08 \text{ B}; \Delta U_2 = 0,12 \text{ B}; \Delta U_3 = 0,32 \text{ B};$$

$$\Delta U_4 = 0,28 \text{ B}; \Delta U_5 = 0,08 \text{ B}.$$

4. Случайные погрешности силы тока и напряжения:

$$\Delta I_{сл} = \frac{\Delta I_1 + \Delta I_2 + \Delta I_3 + \Delta I_4 + \Delta I_5}{5} = 0,05 \text{ A};$$

$$\Delta U_{cl} = \frac{\Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 + \Delta U_4 + \Delta U_5}{5} = 0,18 \text{ В}$$

5. Случайные и систематические погрешности сопоставимы, поэтому их складываем:

$$\Delta I = \Delta I_{cl} + \Delta I_{сист} = (0,05 + 0,1) \text{ А} = 0,15 \text{ А};$$

$$\Delta U = \Delta U_{cl} + \Delta U_{сист} = (0,18 + 0,22) \text{ В} = 0,4 \text{ В}.$$

6. Относительные погрешности силы тока и напряжения:

$$\varepsilon_I = \frac{\Delta I}{I_{cp}} = \frac{0,15}{1,76} = 0,085; \quad \varepsilon_U = \frac{\Delta U}{U_{cp}} = \frac{0,4}{5,12} = 0,078.$$

7. Относительная погрешность сопротивления:

$$\varepsilon_R = \varepsilon_I + \varepsilon_U = 0,085 + 0,078 = 0,16.$$

8. Абсолютная погрешность сопротивления:

$$\Delta R = R_{cp} \varepsilon_R = 2,92 \text{ Ом} \cdot 0,16 = 0,467 \text{ Ом} = 0,5 \text{ Ом}.$$

9. Сопротивление равно $R = (2,9 \pm 0,5) \text{ Ом}$.

Измерение массы тела методом гидростатического взвешивания

Цель работы: Измерить массу тела методом гидростатического взвешивания.

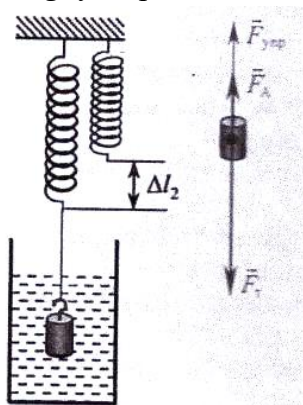
Оборудование: штатив, пружина, линейка, мензурка, цилиндрическое тело неизвестной массы, сосуд с водой.

Краткая теория:

На груз в воздухе действуют сила тяжести $\vec{F}_T$ и сила упругости $\vec{F}_{упр}$. Условие равновесия груза: $F_T = F_{упр}$. Используя закон Гука, это равенство запишем так :

$$mg = k \Delta l_1, \quad (1)$$

где k – жесткость пружины (она неизвестна); Δl_1 – удлинение пружины в воздухе; m – масса груза; g – ускорение свободного падения.



В воде действует еще и архимедова сила

$$F_A = \rho_{ж} Vg,$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости (в данной работе вода); V – объем тела.

Условие равновесия в воде:

$$mg = k \Delta l_2 + \rho_{ж} Vg,$$

где Δl_2 – удлинение пружины в воде.

Приравниваем правые части уравнений (1) и (2) :

$$k \Delta l_2 + \rho_{ж} Vg = k \Delta l_1;$$

$$\rho_{ж} Vg = k(\Delta l_1 - \Delta l_2);$$

$$k = \frac{\rho_{ж} Vg}{\Delta l_1 - \Delta l_2}.$$

Подставляем это выражение в (1) и получим формулу для расчета массы груза:

$$m = \frac{\rho_{ж} V \Delta l_1}{\Delta l_1 - \Delta l_2}. \quad (3)$$

Ход работы:

1. Запишу в таблицу плотность жидкости (в данной работе вода) $\rho_{ж}$, ускорение свободного падения g , цену деления линейки $c_{лин}$ и мензурки $c_{менз}$.
2. Измерю объем тела V , опустив его в мензурку с водой.
3. Закреплю пружину и линейку (в вертикальном положении) в лапке штатива.
4. Подвешу к пружине груз и измерю её удлинение в воздухе Δl_1 .

5. Опущу груз в сосуд с водой и измерю удлинение пружины в воде Δl_2 .

6. Рассчитаю значение массы по формуле (3):

$$m = \frac{\rho_{\text{ж}} V \Delta l_1}{\Delta l_1 - \Delta l_2} =$$

7. Рассчитаю погрешность измерений.

1. Относительную погрешность измерения массы можно найти так:

$$\varepsilon_m = \varepsilon_{\Delta l_1} + \varepsilon_{\Delta l_2} + \varepsilon_V = 2 \frac{c_{\text{лин}}}{\Delta l_2} + \frac{c_{\text{менз}}}{V}.$$

$$\varepsilon_m =$$

2. Абсолютная погрешность измерения массы.

$$\Delta m = \varepsilon_m \cdot m =$$

Таблица прямых и косвенных измерений

Постоянные величины	$\rho_{\text{ж}}, \text{кг/м}^3$	$g, \text{м/с}^2$	С лин., м	С менз., м ³
Измеренные величины	$V, \text{м}^3$	$\Delta l_1, \text{м}$	$\Delta l_2, \text{м}$	
Рассчитанные величины	$m, \text{кг}$	$\varepsilon_m \cdot 100, \%$	$\Delta m, \text{кг}$	

Вывод:

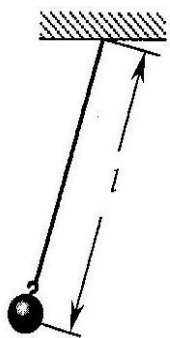
Лабораторная работа № 2

Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

Цель работы: измерить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.

Оборудование: штатив, шарик с нитью, линейка, секундомер.

Краткая теория: Ускорение свободного падения можно определить, измерив период колебаний математического маятника, так как в формулу для периода входит величина g :



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

где T – период колебаний; l – длина математического маятника (см. рисунок); g – ускорение свободного падения. Период измеряют с помощью секундомера. Необходимо замерить время t , за которое маятник совершает N полных колебаний. Тогда период колебаний равен

$$T = \frac{t}{N} \quad (2)$$

Необходимо заметить, что максимальный угол отклонения маятника от положения равновесия не должен превышать $\approx 5^\circ$ (иначе формула (1) не применима). Решая совместно (1) и (2), получаем формулу для расчета ускорения свободного падения:

$$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{t}{N};$$

$$4\pi^2 \frac{l}{g} = \frac{t^2}{N^2} \cdot g N^2 ;$$

$$4\pi^2 l N^2 = t^2 g \cdot t^2 ;$$

$$g = 4l \left(\frac{\pi N}{t} \right)^2. \quad (3)$$

Ход работы:

1. Записать в таблицу значение ускорения свободного падения $g_{\text{табл}}$.
2. Закрепить шарик на нити в штативе. Измерить длину l полученного маятника линейкой.
3. Отклонив маятник на угол $\approx 5^\circ$, заставить его колебаться, одновременно включив секундомер. Измерить время t , за которое маятник совершит $N=50\dots 100$ колебаний.
4. Рассчитать ускорение свободного падения по формуле (3):

$$g = 4l \left(\frac{\pi N}{t} \right)^2 =$$

5. Расчет погрешности измерений

1. Рассчитать абсолютную погрешность ускорения свободного падения g

$$\Delta g = |g - g_{\text{табл}}| =$$

2. Рассчитать относительную погрешность

$$\varepsilon_g = \frac{\Delta g}{g_{\text{табл}}} =$$

Таблица прямых и косвенных измерений

Постоянные величины	$g_{\text{табл}}, \text{м/с}^2$		
	9,8		
Измеренные величины	$l, \text{м}$	$t, \text{с}$	N
			50
Рассчитанные величины	$g, \text{м/с}^2$	$\varepsilon_g \cdot 100, \%$	$\Delta g, \text{м/с}^2$

Вывод:

Лабораторная работа № 3

Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити

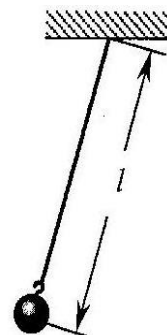
Цель работы: изучить зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.

Оборудование: штатив, шарик с нитями разных размеров, линейка, секундомер.

Краткая теория: Период колебаний нитяного (математического) маятника определим по формуле:

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

где T – период колебаний; l – длина математического маятника (см. рисунок);



g – ускорение свободного падения. Период измеряют с помощью секундомера. Необходимо замерить время t , за которое маятник совершает N полных колебаний. Тогда период колебаний равен

$$T = \frac{t}{N} \quad (2)$$

Ход работы:

1. Записать в таблицу значение ускорения свободного падения $g_{\text{табл.}}$.
2. Закрепить шарик на нити длиной l_1 в штативе. Измерить длину l_1 полученного маятника линейкой.
3. Отклонив маятник на угол $\approx 5^\circ$, заставить его колебаться, одновременно включив секундомер. Измерить время t , за которое маятник совершит $N=50$ колебаний.
4. Рассчитать период по формулам (1) и (2).

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} =$$

$$T'_1 = \frac{t_1}{N} =$$

5. Закрепить шарик на нити длиной l_2 в штативе. Измерить длину l_2 полученного маятника линейкой.

6. Прodelать пункты 3 и 4, сравнив периоды T_1 и T_2 .

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} =$$

$$T'_2 = \frac{t_2}{N} =$$

7. Среднее значение периода

$$T' = \frac{T'_1 + T'_2}{2} =$$

Расчет погрешности измерений

1. Рассчитать абсолютные погрешности периодов колебаний

$$\Delta T_1 = \left(\frac{\Delta l_1}{l_1} \right) T_1 =$$

$$\Delta T' = \left(\frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta t}{t} \right) T' =$$

$$\Delta T' = \left(\frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta t}{t} \right) T' =$$

где $\Delta N = 1, \Delta t_1 = 1 \text{ с}, \Delta l = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$$\Delta T_2 = \left(\frac{\Delta l_1}{l_1} \right) T_2 =$$

где $\Delta N = 1, \Delta t_2 = 1 \text{ с}, \Delta l = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

2. Рассчитать относительные погрешности

$$\varepsilon_T = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\% =$$

$$\varepsilon_T = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\% =$$

$$\varepsilon_{T'} = \frac{\Delta T'}{T'} \cdot 100\% =$$

Таблица прямых и косвенных измерений

№	N	t, c	T', c	g, $\frac{M}{c^2}$	l, м	T, c	ΔT , c	$\Delta T'$, c	$\varepsilon_T\%$	$\varepsilon_{T'}\%$
1	50			9,8				-		
2	50			9,8				-		

Вывод:

Лабораторная работа № 4

Изучение одного из изопроцессов

Цель работы: Изучить один из изопроцессов.

Оборудование: сосуды с водой, прозрачная резиновая трубка (закрытая с одного конца), термометр, линейка, электроплитка.

Ход работы:

В работе проверяют справедливость закона Гей-Люссака, т.е. над газом проводят изобарный процесс и измеряют его начальные и конечные параметры.

В начале трубку с воздухом помещают в сосуд с горячей водой. При нагревании газ расширяется и часть его выходит наружу. Затем открытый конец трубки затыкают и переносят трубку в холодную воду. Газ охлаждается и сжимается, и под действием атмосферного давления вода поступает в трубку.

Масса воздуха, оставшегося в трубке, остается постоянной; давление в трубке поддерживается равным атмосферному (давлением воды над трубкой по сравнению с атмосферным можно пренебречь). Таким образом, условия изобарного процесса выполнены: $m = const$, $p = const$.

Необходимо проверить справедливость соотношения

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (1)$$

Где V_1, T_1 - объём и абсолютная температура воздуха в горячей воде, V_2, T_2 - в холодной.

Поскольку $V = Sl$, S - сечение трубки, l - высота столба воздуха в ней, то пропорцию (1) можно записать так:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2)$$

где l_1 - начальная высота столба воздуха (равна длине трубки); l_2 - конечная (меньше длины трубки на длину столба залившейся воды).

1. На электроплитке нагреть воду в одном сосуде до 70-80 °С.
2. Опустить в сосуд с горячей водой трубку и термометр на несколько минут до установления теплового равновесия. (При этом из открытого конца трубки перестанут выходить пузыри воздуха.) По термометру снять показание температуры t_1 .
3. Закрыв открытый конец трубки, перенести её и термометр в сосуд с холодной водой. Снять показание температуры t_2 , когда трубка перестанет заполняться водой.
4. Вынув трубку, измерить линейкой её длину l_1 и высоту столба воздуха l_2 .
5. Рассчитать значения T_1 и T_2 :

$$T_1 = t_1 + 273 =$$

$$T_2 = t_2 + 273 =$$

6. Рассчитать отношения и сравнить их.

$$C_l = \frac{l_1}{l_2} =$$

$$C_T = \frac{T_1}{T_2} =$$

7. Расчет погрешности измерений

Относительное различие правой и левой частей равенства (2):

$$\varepsilon = \frac{|C_l - C_T|}{0,5(C_l + C_T)} =$$

Измерение величины	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$
Рассчитанные величины	T_1, K	T_2, K	C_l	C_T
				$\varepsilon \cdot 100, \%$

Вывод:

Лабораторная работа № 5

Определение абсолютной влажности воздуха

Цель работы: определить абсолютную влажность воздуха.

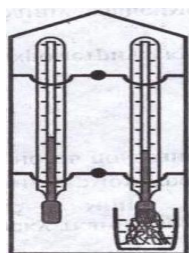
Оборудование: психрометр (прилагается психрометрическая таблица и таблица зависимости давления насыщенного пара от температуры).

Ход работы:

Психрометр Августа состоит из двух термометров, конец одного из них обернут полоской влажной ткани. Сухой термометр показывает температуру воздуха $t_{\text{сух}}$. За счет испарения воды с ткани второй термометр охлаждается. При этом чем меньше водяных паров в воздухе (низкая влажность), тем интенсивнее испарение, а значит, ниже температура влажного термометра $t_{\text{вл}}$. Используя психрометрическую таблицу можно по значениям температур $t_{\text{сух}}$ и $t_{\text{вл}}$ определить относительную влажность φ .

$$\text{По определению: } \varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\% \quad (1)$$

где p - давление водяного пара в воздухе; p_n - давление насыщенного водяного пара при температуре $t_{\text{сух}}$ (определяется по таблице).



1. Снять показания термометров $t_{\text{сух}}$ и $t_{\text{вл}}$.
2. Вычислить разность показаний термометров

$$\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}} =$$

3. Используя психометрическую таблицу, определить относительную влажность φ .

4. Используя таблицу зависимости давления насыщенного пара от температуры, определить p_n .

5. Используя формулу (1), рассчитать абсолютную влажность p :

$$p = \frac{\varphi \cdot p_n}{100\%} =$$

Измеренные величины	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$		$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	
Рассчитанные величины	Δt	$\varphi, \%$	$p_n, \text{Па}$	$p, \text{Па}$

Вывод:

Лабораторная работа № 6

Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Цель работы: определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Оборудование: весы и разновесы, стаканчик для сбора воды, пипетка, линейка.

Ход работы: коэффициент поверхностного напряжения σ может быть определён по формуле

$$\sigma = \frac{F_{\text{нов}}}{l} \quad (1)$$

где $F_{\text{нов}}$ - сила поверхностного натяжения, l - длина границы контакта твердого тела и жидкости. В работе используется явление отрыва водяной капли от шейки пипетки. Отрыв происходит в момент, когда сила тяжести поверхностного натяжения, действующие на каплю, равны по модулю. Границей контакта в данном случае является окружность - отверстие пипетки. Поэтому формула (1) запишется так:

$$\sigma = \frac{m_K g}{\pi d}, \quad (2)$$

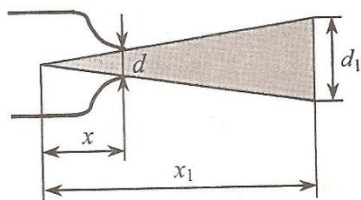
где m_K — масса капли; d — диаметр шейки пипетки.

Массу капли можно найти путем взвешивания N капель. Их общая масса составит m , значит, $m_K = \frac{m}{N}$. Тогда формула (2) принимает вид

$$\sigma = \frac{mg}{N\pi d}. \quad (3)$$

Внутренний диаметр d шейки пипетки можно найти так. Остроконечный бумажный клин вставить в отверстие пипетки на глубину x и измерить линейкой длины x, x_1, d_1 , показанные на рисунке. Диаметр d можно рассчитать из условия подобия треугольников:

$$\frac{x}{x_1} = \frac{d}{d_1}. \quad (4)$$



1. Записать в таблицу коэффициент поверхностного натяжения воды $\sigma_{табл}$, ускорение свободного падения g .
2. Уравновесить на весах стаканчик.
3. Расположив пипетку вертикально набрать в стаканчик $N = 80 \dots 120$ капель.
4. Доложить на чашу весов гири, уравновешивающие массу воды m в стаканчике
5. Вставить в пипетку бумажный клин до упора. Замерить длины x, x_1, d_1 .
6. Рассчитать диаметр шейки пипетки d :

$$d = \frac{x d_1}{x_1} =$$

7. Рассчитать по формуле (3) коэффициент поверхностного натяжения воды σ :

$$\sigma = \frac{mg}{N\pi d} =$$

8. Расчет погрешности измерений

1. Рассчитать абсолютную погрешность

$$\Delta\sigma |\sigma - \sigma_{табл}| =$$

2. Рассчитать относительную погрешность определения σ

$$\varepsilon_\sigma = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_{табл}} =$$

Постоянные величины	$\sigma_{табл}, Н/м$			$g, м/с^2$	
Измеренные величины	N	$m, кг$	$x, м$	$x_1, м$	$d_1, м$
Рассчитанные величины	$d, м$		$\sigma, Н/м$		$\varepsilon_\sigma \cdot 100, \%$

Вывод:

Лабораторная работа №7

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Цель работы: измерить ЭДС и внутренние сопротивления источника тока

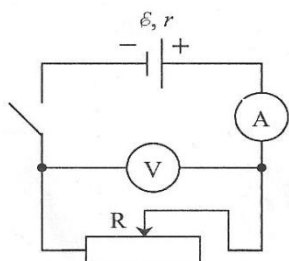
Оборудование: источник постоянного напряжения, вольтметр, амперметр, реостат, соединительные провода, ключ.

Ход работы:

Для определения ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления воспользуемся законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$. Отсюда

$$\varepsilon = I(R + r) \quad (1)$$

где ε – ЭДС; I – сила тока; R – сопротивление внешней цепи (реостата);
 r – сопротивление источника тока.



В работе измеряют два значения силы тока и напряжения: при двух различных сопротивлениях реостата (R_1 и R_2). Для этих значений уравнение (1) запишется так:

$$\begin{cases} \varepsilon = I_1(R_1 + r), \\ \varepsilon = I_2(R_2 + r). \end{cases}$$

Отсюда

$$I_1(R_1 + r) = I_2(R_2 + r);$$

$$I_1R_1 + I_1r = I_2R_2 + I_2r;$$

$$I_1R_1 - I_2R_2 = I_2r - I_1r.$$

Заметим, что $I_1R_1 = U_1$ и $I_2R_2 = U_2$ (по закону Ома для участка цепи). Тогда $U_1 - U_2 = r(I_2 - I_1)$. Внутреннее сопротивление источника тока

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}, \quad (2)$$

где I_1 и I_2 – силы тока; U_1 и U_2 – напряжение при сопротивлениях реостата соответственно R_1 и R_2 .

Вычислив r , можно найти ε по формуле (1).

1. Соберу электрическую цепь по схеме. Установить движок реостата примерно посередине.
2. Замкнуть ключ. Снять показания приборов I_1 и U_1 .
3. Передвинуть движок, увеличив сопротивление реостата. Снять новые показания приборов I_2 и U_2 .
4. Рассчитать сопротивление источника тока по формуле (2):

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} =$$

5. Рассчитать ЭДС источника тока:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} =$$

$$\varepsilon = I(R + r) =$$

Постоянные величины	I_1, A	U_1, B	I_2, A	U_2, B
Рассчитанные величины	$r, Ом$		ε, B	

Вывод:

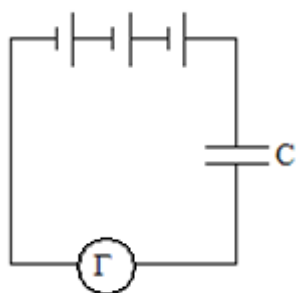
Лабораторная работа № 8

Измерение ёмкости конденсатора.

Цель работы: Измерить ёмкость конденсатора

Оборудование: два конденсатора, миллиамперметр (гальванометр), источник постоянного напряжения, соединительные провода, ключ.

Ход работы: В данной работе измеряют емкость одного конденсатора методом сравнения ее с емкостью другого - эталонного конденсатора.



Ёмкость конденсатора определяется отношением его заряда q к напряжению U на нем: $C = \frac{q}{U}$. Если напряжения на двух конденсаторах одинаковы, то их емкости пропорциональны зарядам, которые им сообщены:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{q_1}{q_2} \quad (1)$$

При подключении заряженного конденсатора к гальванометру в цепи возникает кратковременный ток - происходит разрядка конденсатора. Число делений шкалы n , на которое и произошёл отброс стрелки, пропорционально заряду q конденсатора. (действительно, бросок стрелки пропорционален средней силе тока I_{cp} через прибор и времени t прохождения тока; но $I_{cp} \cdot t = q$.) Тогда пропорция (1) с учетом $q \sim n$ запишется как

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

Итак, в работе наблюдается разряд двух конденсаторов, заряженных до одного напряжения. Сравнивая броски стрелки, можно определить ёмкость одного из них из соотношения (2), считая ёмкость другого эталонной.

1. Записать в таблицу ёмкость C_1 эталонного конденсатора (C_1 указана на нем). Зарядить его, соединив с источником тока.

2. Отсоединив конденсатор от источника тока, присоединить его к гальванометру Γ и замкнуть ключ. Измерить число делений n_1 , на которое отклонилась стрелка.

3. Выполнить 1,2 с конденсатором неизвестной ёмкости C_2 .

4. Из соотношения (2) рассчитать ёмкость C_2 :

$$C_2 = \frac{C_1 n_2}{n_1} =$$

5. Расчет погрешности измерений

1. Приняв, что эталонная ёмкость известна точно, можно считать, что погрешность измерения C_2 складывается из погрешностей отсчета числа делений в двух опытах. Погрешность отсчета составляет половину деления: $\Delta n = \frac{1}{2}$. Тогда относительная погрешность равна

$$\varepsilon_{C_2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) =$$

2. Абсолютная погрешность измерения емкости

$$\Delta C_2 = \varepsilon_{C_2} \cdot C_2 =$$

Постоянные величины	C_1 , нФ	
Измеренные величины	n_1 , дел	n_2 , дел
Рассчитанные величины	C_2 , нФ	$\varepsilon_{C_2} \cdot 100$, %

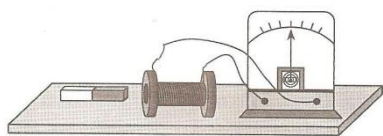
Вывод:

Лабораторная работа № 9

Изучение явление электромагнитной индукции

Цель работы: изучить явление электромагнитной индукции.

Оборудование: гальванометр, катушка, соединительные провода, магнит.



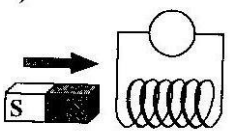
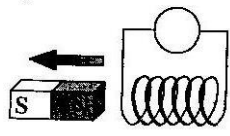
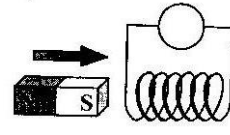
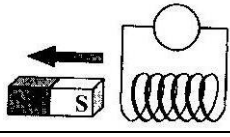
Ход работы:

В работе наблюдается явление электромагнитной индукции. Через полость катушки перемещают магнит и определяют при этом направление индукционного тока по отклонению стрелки гальванометра.

Направление индукционного тока можно определить и по правилу Ленца. В работе его можно применить так:

- 1) определить расположение магнитных полюсов катушки при движении магнита (к магниту обращен полюс, который препятствует его движению);
 - 2) определить (по правилу магнитной стрелки) направление векторов $\vec{B}$ магнитного поля, созданного током в катушке;
 - 3) определить (по правилу буравчика) направление тока в катушке.
1. Подсоединить катушку к гальванометру.
 2. Передвигать магнит через полость катушки, как показано на рисунках а)-г); отметить на каждом случае отклонение стрелки гальванометра (направление тока).
 3. Для одного из случаев (полюса магнита и направление его движения задает преподаватель) определить направление тока в катушке по правилу Ленца, используя п.1)-3). Для катушки указать: полюса N и S, направление вектора $\vec{B}$, направление тока I .

№ опыта	Действия с магнитом и катушкой	Направление стрелки гальванометра(вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
---------	--------------------------------	---	---

а) 	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом		
б) 	Быстро вытащить магнит из катушки северным полюсом		
в) 	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом		
г) 	Быстро вытащить магнит из катушки южным полюсом		
	Магнит внесли в катушку и оставили неподвижным		

Вывод:

Лабораторная работа № 10

Проверка закона Ома для цепи переменного тока.

Цель работы: проверить закон Ома для цепи переменного тока.

Оборудование: источник переменного напряжения, резистор (лампа накаливания), конденсатор, амперметр и вольтметр переменного напряжения, ключ, соединительные провода

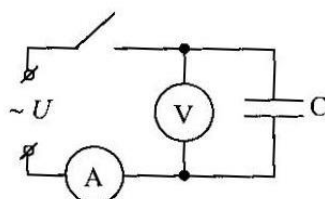
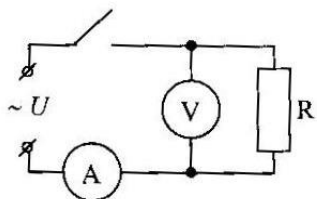
Ход работы: В работе проверяют выполнение закона Ома для цепи переменного тока в двух случаях: цепь содержит 1) активное сопротивление – резистор; 2) реактивное сопротивление – конденсатор.

Проверить закон Ома можно, сравнив измеренное значение силы тока $I_{изм}$ с расчетным значением I . Напряжение U и значение $I_{изм}$ снимают с приборов. Значение I находят по закону Ома:

$$1) I = \frac{U}{R} \text{ (в цепи резистор);} \quad (1)$$

$$2) I = \frac{U}{X_C} = U\omega C = U \cdot 2\pi\nu C \text{ (в цепи конденсатор).} \quad (2)$$

Здесь I и U – действующие значения силы тока и напряжения; R – сопротивление резистора; C – емкость конденсатора; ν – частота тока в сети.



1. Записать в таблицу частоту тока в сети $\nu = 50$ Гц и емкость конденсатора C (указана на нем). Если сопротивление лампы неизвестно, то его можно рассчитать, зная мощность лампы P (указана на ней) и напряжение в сети U :

$$R = \frac{U^2}{P} =$$

2. Собрать цепь переменного тока, включив в нее резистор (лампу). Замкнуть ключ и снять показания приборов $I_{изм1}$ и U_1 .
3. Рассчитать силу тока в цепи I_1 по формуле (1):

$$I_1 = \frac{U_1}{R} =$$

4. Собрать цепь переменного тока, включив в нее конденсатор. Замкнуть ключ и снять показания приборов $I_{изм2}$ и U_2 .

5. Рассчитать силу тока в цепи I_2 по формуле (2):

$$I_2 = U_2 \cdot 2\pi\nu C =$$

6. Расчет погрешности измерений

Относительная разность между измеренными и рассчитанными значениями силы тока для двух схем:

$$\varepsilon_1 = \frac{|I_{изм1} - I_1|}{0,5(I_{изм1} + I_1)} =$$

$$\varepsilon_2 = \frac{|I_{изм2} - I_2|}{0,5(I_{изм2} + I_2)} =$$

Постоянные величины	ν , Гц	C, Ф	R, Ом	
Измеренные величины	$I_{изм1}$, А	U_1 , В	$I_{изм2}$, А	U_2 , В
Рассчитанные величины	I_1 , А	$\varepsilon_1 \cdot 100$, %	I_2 , А	$\varepsilon_2 \cdot 100$, %

Вывод:

Лабораторная работа № 11

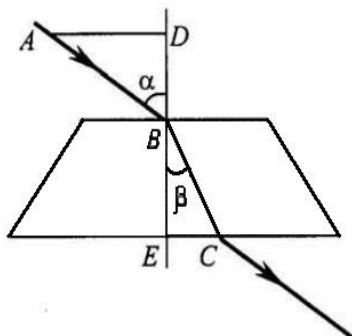
Измерение показателя преломления стекла

Цель работы: измерить показатель преломления стекла.

Оборудование: плоскопараллельная пластина, линейка, лазерная указка (или другой источник света, дающий узкий световой пучок)

Ход работы: показатель преломления стекла можно определить на основании закона преломления света

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (1)$$



Где α - угол падения луча на границу воздух – стекло; β – угол преломления; n - показатель преломления стекла (поскольку $n_{\text{возд}} \approx 1$).

Суть опыта заключается в том, что на одну из параллельных граней пластинки направляют пучок света под произвольным углом α . Отмечают точки А, В и С походу луча. Проводят перпендикуляр в точке В к грани пластины и строят два прямоугольных треугольника ABD и BCE. Тогда формулу (1) можно записать так:

$$n = \frac{AD}{AB} : \frac{CE}{CB} = \frac{AD}{AB} \cdot \frac{CB}{CE} \quad (2)$$

Измерив указанные расстояния, можно определить n .

1. Запишу в таблицу значение показателя преломления стекла $n_{\text{табл.}}$

2. Положу пластину на лист бумаги и очерчу ее грани. Направлю луч лазера на одну параллельную грань и отмечу точки А, В, С (см. рисунок).
3. Убрав пластину, проведу перпендикуляр BD и построю прямоугольный треугольник ABD.
4. Измерю линейкой расстояния AD, AB, CB, CE.
5. Рассчитаю показатель преломления стекла по формуле (2):

$$n = \frac{AD}{AB} \cdot \frac{CB}{CE} =$$

6. Расчет погрешности измерений

1. Рассчитаю абсолютную погрешность определения показателя преломления

$$\Delta n = |n - n_{\text{табл}}| =$$

2. Рассчитаю относительную погрешность

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta n}{n_{\text{табл}}} =$$

Постоянные величины	$n_{\text{табл}}$			
Измеренные величины	AD, мм	AB, мм	CB, мм	CE, мм
Рассчитанные величины	n		$\varepsilon_n \cdot 100, \%$	

Вывод:

Лабораторная работа №12

Изучение треков заряженных частиц

Цель работы: изучить треки заряженных частиц.

Оборудование: фотография треков, масштабная линейка.

Ход работы:

1. Перенести на кальку треки частицы до и после прохождения ею свинцовой пластины.
2. С помощью масштабной линейки измерить длину хорд l_1 и l_2 , длину перпендикуляров b_1 и b_2 до и после прохождения позитроном свинцовой пластины (рис. 1)
3. Вычислить радиус кривизны траектории позитрона до и после прохождения им свинцовой пластины по формуле:

$$R = \frac{l^2 + 4b^2}{8b}$$

4. Определить импульс позитрона до и после прохождения им свинцовой пластины по формуле:

$$p = qBR,$$

где $B = 1,2$ Тл – вектор магнитной индукции, $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд позитрона.

5. Рассчитать полную энергию позитрона до и после прохождения им свинцовой пластины по формуле

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4},$$

где $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - скорость света в вакууме, $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{кг}$ – масса покоя позитрона.

Таблица 9.1

Параметры трека до прохождения позитрона свинцовой пластины

$l_1, \text{мм}$	$b_1, \text{мм}$	$R_1, \text{мм}$	$p_1, \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	$E_1, \text{Дж}$

Таблица 9.2

Параметры трека после прохождения позитрона свинцовой пластины

$l_2, \text{мм}$	$b_2, \text{мм}$	$R_2, \text{мм}$	$p_2, \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	$E_2, \text{Дж}$

- 6. Сделать вывод о том, как свинцовая пластина влияет на значения импульса и энергии позитрона.**

Вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Что такое масса тела? Назовите ее свойства.
2. Какое тело более инертное?
3. Сформулируйте закон Гука.
4. Сформулируйте закон Архимеда и условия плавания тел.
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №2

1. Дайте определение ускорения свободного падения.
2. Чем отличается падение тел в воздухе от падения в вакууме?
3. Что такое период движения?
4. Что такое математический маятник?
5. Как определяется период математического маятника?
6. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №3

1. Что такое период колебания? Единицы измерения периода.
2. Что такое математический маятник?
3. Как определяется период математического маятника?

4. Как период колебаний нитяного маятника зависит от его длины?
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №4

1. Сформулируйте основное уравнение состояния.
2. Какие виды изопроцессов вы изучили? Перечислите.
3. Сформулируйте закон Шарля.
4. Сформулируйте закон Гей Люссака.
5. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта.
6. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №5

1. Что такое относительная влажность воздуха? Единицы измерения.
2. Что такое абсолютная влажность воздуха? Единицы измерения.
3. Назовите приборы для измерения влажности. Объясните принцип работы психрометра.
4. Что такое точка росы?
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №6

1. Что такое коэффициент поверхностного натяжения? От чего он зависит? В чем измеряется?
2. Как направлена сила поверхностного натяжения жидкости?
3. Как определить изменение потенциальной энергии поверхностного слоя жидкости при увеличении или уменьшении ее поверхности?
4. Запишите формулу, по которой определяется высота поднятия (опускания) жидкости по капилляру.
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №7

1. Как определяется удельное сопротивление проводника? В чем оно измеряется?
2. Как удельное сопротивление зависит от температуры?
3. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
4. Как удельное сопротивление связано с удельной проводимостью?
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №8

1. Что такое конденсатор? Дайте определение плоского конденсатора.
2. Что такое емкость конденсатора? В чем измеряется емкость конденсатора?
3. Напишите формулу для параллельного соединения конденсаторов.
4. Напишите формулу для последовательного соединения конденсаторов.
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №7

1. Какие силы называются сторонними?
2. Что называют электродвижущей силой? В чем ее измеряют?
3. Из чего складывается полное сопротивление цепи?
4. Поясните физический смысл электродвижущей силы, напряжения и разности потенциалов.
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №9

1. В чем состоит явление электромагнитной индукции? Опишите опыты Фарадея.
2. Сформулируйте закон Фарадея и правило Ленца для электромагнитной индукции.
3. Как определяется направление индукционного тока?
4. Сформулируйте основной закон электромагнитной индукции.
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №10

1. В чем состоит закон Ома для полной цепи? Каков его физический смысл?
2. Что такое переменный ток? Сформулируйте закон Ома для переменного тока.
3. Что такое резистор, конденсатор и катушка индуктивности? Как они обозначаются в электрической цепи.
4. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №11

1. Сформулируйте законы отражения и преломления света.
2. Что называют абсолютным (относительным) показателем преломления?
3. Что такое полное отражение? Где оно применяется?
4. Сформулируйте закон прямолинейного распространения света
5. Что такое абсолютная ошибка? Что такое относительная ошибка?

Лабораторная работа №12

1. Что такое треки?
2. Из чего состоит камера Вильсона?
3. Как работает камера Вильсона?
4. Что такое гамма-излучение? Каков его радиус воздействия?
5. Способы защиты от гамма-излучения.

Литература

1. Физика для профессий и специальностей технического профиля [Текст]: учеб. / В.Ф. Дмитриева. - 8-е изд., стер. - М.: Академия, 2015. - 448 с. - (Профессиональное образование).
2. Физика. Основы Механики. [Электронный ресурс]: электронное учебное издание. - М.:ООО Корпорация "Диполь", 2019
3. Физика. Молекулярная физика. [Электронный ресурс]: электронное учебное издание. - М.: ООО Корпорация "Диполь", 2019
4. Горлач, В. В. Физика. Самостоятельная работа студента: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 168 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9834-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437552>
5. Горлач, В. В. Физика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 215 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09366-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438590>
6. Горлач, В. В. Физика: механика. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 171 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07608-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/442146>