

Описания по физической лаборатории
ФМЛ №30
10 класс

26 сентября 2023 г.
v0.5

Содержание

- 1 Лабораторная работа №0
- 2 Лабораторная работа №1
- 3 Лабораторная работа №2
- 4 Лабораторная работа №3
- 5 Лабораторная работа №4
- 6 Лабораторная работа №5
- 7 Лабораторная работа №6
- 8 Лабораторная работа №7
- 9 Лабораторная работа №8
- 10 Лабораторная работа №9
- 11 Лабораторная работа №10
- 12 Лабораторная работа №12
- 13 Лабораторная работа №13
- 14 Лабораторная работа №14
- 15 Лабораторная работа №17
- 16 Табличные значения
- 17 Табличные значения

Лабораторная работа №0

Измерение плотности бруска

Цель работы: Измерение плотности бруска и определение его материала

Оборудование: Лабораторные весы, штангенциркуль, микрометр, линейка, брусок из неизвестного материала

Ход работы:

1. Линейкой измерить длину бруска, штангенциркулем измерить ширину бруска, а микрометром измерить толщину бруска.
2. Затем с помощью лабораторных весов определить массу бруска.
3. Вычислить плотность бруска, зная его массу и объём.
4. Вычислить погрешности и вписать значения погрешностей и измеренных значений в таблицу

a, мм	Δa , мм	b, мм	Δb , мм	c, мм	Δc , мм	m, г	Δm , г	ρ , г/мм ³	$\Delta\rho$, г/мм ³

5. Сделать вывод

Формулы:

$$V = abc, \rho = \frac{m}{V}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{m}{abc}$$

Формулы для погрешностей:

$$\Delta\rho = \varepsilon(\rho)\rho = (\varepsilon(a) + \varepsilon(b) + \varepsilon(c) + \varepsilon(m))\rho = \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta m}{m} \right)\rho$$

Лабораторная работа №1

Измерение коэффициента трения

Цель работы: измерить коэффициенты трения между деревянным бруском и деревянной линейкой 2 способами

Оборудование: динамометр, деревянный брусок, деревянная линейка, набор грузов, штатив, сантиметровая лента

Ход работы:

1 способ:

1. Взвесить деревянный брусок с помощью динамометра на штативе
2. Положить брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. Положить на брусок груз массой 50г
3. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тянуть его вдоль линейки. Измерить показания динамометра
4. Добавить к первому грузу второй, а затем и третий груз. Каждый раз измерить силу тяги
5. Сделать рисунок, на котором указаны все силы, действующие на брусок
6. Вывести формулу для силы трения и коэффициента трения, считая, что брусок двигался равномерно
7. Определить силу трения и коэффициент трения для каждого опыта. Заполнить таблицу

№ опыта	m, кг	Δm , кг	N, Н	ΔN , Н	$F_{тр}$, Н	$\Delta F_{тр}$, Н	μ	$\Delta \mu$

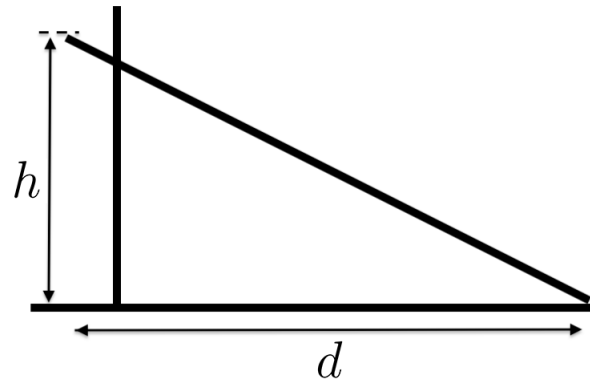
где N - сила нормальной реакции опоры, m - масса груза, которая помещается на брусок в каждом из экспериментов, $F_{тр}$ - величина силы трения, μ - коэффициент трения

8. Построить график зависимости $F_{тр}(N)$. Построить график зависимости $F_{тр}(F_{тяги})$ при покоящемся бруске
9. По графику определить значение μ

2 способ:

1. Используя штатив, закрепить линейку под углом к столу. Положить брусок с грузом на закрепленную под углом деревянную линейку.
2. Меняя угол наклона линейки, найти такой максимальный угол, при котором брусок еще покоится
3. Измерить проекцию длины линейки на горизонтальную ось (d) и высоту верхнего края линейки (h)

4. Рассчитать коэффициент трения
5. Повторить опыт с двумя и тремя грузиками



6. Заполнить таблицу
7. Рассчитать погрешности и внести их в таблицу

№ опыта	h , м	Δh , м	d , м	Δd , м	μ	$\Delta\mu$

8. Сделать вывод, сравнив коэффициенты трения из разных опытов друг с другом и с табличным значением

Примечание: табличное значение коэффициента трения дерева о дерево считать $\mu = 0.3$

Лабораторная работа №2

Определение модуля Юнга упругого тела

Цель работы: Определить коэффициент жесткости упругого тела и модуль Юнга для резины

Оборудование: штатив, резиновый шнур, набор грузов, штангенциркуль, линейка

Ход работы:

1. Подвесить шнур на штативе, измерить его длину (l_0) линейкой и диаметр сечения (D) с помощью штангенциркуля
2. Нагрузить шнур последовательно разновесами 100г, 200г, 300г ... (количество измерений и максимальный подвешенный груз необходимо уточнить у учителя). Измерить в каждом случае длину шнура (l) и диаметр сечения (D), посчитать его удлинение ($l - l_0$). Следить, чтобы во всех случаях деформация оставалась упругой. Полученные значения занести в таблицу.
3. Построить график зависимости силы упругости от абсолютного удлинения шнура. По графику определить значение коэффициента упругости k и погрешность.
4. Вычислить модуль Юнга и его погрешность с помощью значения коэффициента жёсткости из предыдущего пункта. Сравнить с табличным значением.
5. Сделать вывод.

m, кг	Δm , кг	l_0 , м	Δl_0 , м	l , м	Δl , м	D, м	ΔD , м	$l - l_0$, м	$\Delta(l - l_0)$, м

g , м/с ²	Δg , м/с ²	k , Н/м	Δk , Н/м	E , Н/м ²	ΔE , Н/м ²

Лабораторная работа №3

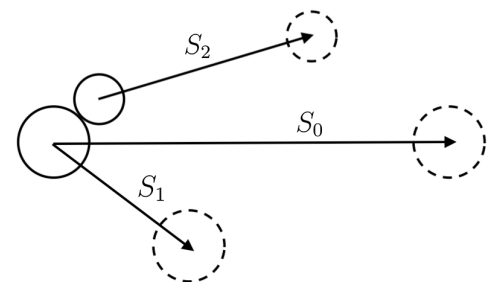
Изучение упругого нецентрального удара

Цель работы: Проверить закон сохранения энергии и закон сохранения импульса при упругом нецентральной ударе

Оборудование: Штатив, деревянная линейка, несколько листов бумаги, 2 монеты, линейка

Ход работы:

1. Прикрепить к наклонной плоскости полоску бумаги так, чтобы 20-30 см приходилось на горизонтальную поверхность. Подобрать такой угол наклона плоскости, чтобы монетка соскальзывала без удара и проходила до остановки тормозной путь около 15-20 см
2. Отметить (обвести карандашом) начальное положение монетки на наклонной плоскости и конечное ее положение на горизонтали. Эксперимент необходимо повторить несколько раз, не меняя начального положения и фиксируя конечное положение монетки. За окончательное значение взять среднее положение
3. Провести на горизонтальном участке траектории прямую линию, по которой двигался центр масс монетки, измерьте тормозной путь монетки S_0
4. Поставить на пути первой монетки вторую, более легкую, так, чтобы удар их был нецентральным. Измерить тормозные пути в этом случае (S_1 и S_2)
5. Положить монету 5 копеек на наклонную плоскость с бумажной полоской и, подбирая угол, определить коэффициент трения монетки о бумагу. Повторить эксперимент несколько раз. При теоретической подготовке к работе доказать, что $tg(\alpha_{пред}) \doteq \mu$
6. Зная μ и тормозные пути, вычислить скорости и импульсы монет до и после удара. (Для этого надо вывести формулу $v = \sqrt{2\mu gS}$ и подставить в формулы импульсов и кинетических энергий)



7. Вычислить кинетические энергии E_{k0}, E_{k1}, E_{k2}
8. Сравнить кинетические энергии системы до и после удара. Проверить закон сохранения энергии
9. На выданном листе построить в масштабе векторы импульсов монет $\mathbf{p}_0, \mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2$. Сравните вектор конечного импульса $\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$ с вектором начального импульса \mathbf{p}_0 с помощью векторной диаграммы.

Листок с проверкой ЗСИ вложить в тетрадь.

Обязательно указать масштаб, например:

$$1\text{см} \longleftrightarrow 1\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}$$

10. Результаты и рассчитанные погрешности занести в таблицу

$S_0, \text{ м}$	$S_1, \text{ м}$	$S_2, \text{ м}$	$E_{k0}, \text{ Дж}$	$E_{k1}, \text{ Дж}$	$E_{k2}, \text{ Дж}$	$p_0, \text{ кг} \cdot \text{ м}/\text{с}$	$p_1, \text{ кг} \cdot \text{ м}/\text{с}$	$p_2, \text{ кг} \cdot \text{ м}/\text{с}$
$\Delta S_0, \text{ м}$	$\Delta S_1, \text{ м}$	$\Delta S_2, \text{ м}$	$\Delta E_{k0}, \text{ Дж}$	$\Delta E_{k1}, \text{ Дж}$	$\Delta E_{k2}, \text{ Дж}$	$\Delta p_0, \text{ кг} \cdot \text{ м}/\text{с}$	$\Delta p_1, \text{ кг} \cdot \text{ м}/\text{с}$	$\Delta p_2, \text{ кг} \cdot \text{ м}/\text{с}$

11. Сделать вывод

Лабораторная работа №4

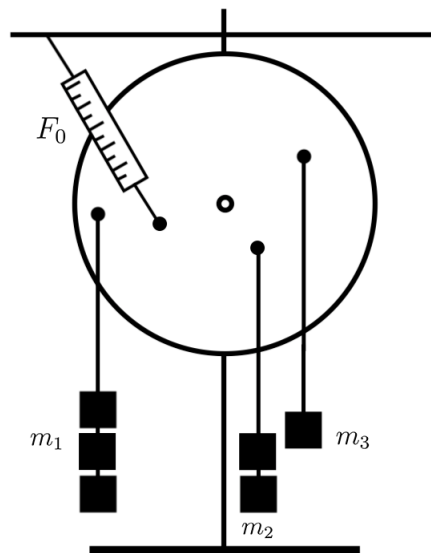
Проверка правила моментов сил

Цель работы: Проверить правило моментов сил

Оборудование: Угольник, динамометр, набор грузов, штатив с муфтами, рычаг, диск с осью, булавки, нить с двумя петлями (3 шт)

Ход работы:

1. Собрать установку. Подвесить 3 груза разной массы, закрепить динамометр



2. Когда диск придет в равновесие, снять показания динамометра и измерить плечи всех сил. Выданный лист повесить на диск, проткнув его с помощью оси диска. Обозначить на нём всё необходимое для проверки правила моментов
3. Зная величины сил, рассчитать моменты сил, действующих на диск
4. Заполнить таблицу, считая, что d_i – плечи сил, M_i – моменты сил (вторая строка выделена для значений погрешностей)
5. Рассчитать погрешности и внести их в таблицу

F_0	d_0	M_0	m_1	d_1	M_1	m_2	d_2	M_2	m_3	d_3	M_3
ΔF_0	Δd_0	ΔM_0	Δm_1	Δd_1	ΔM_1	Δm_2	Δd_2	ΔM_2	Δm_3	Δd_3	ΔM_3

6. Проверить правило моментов
7. Сделать вывод

Лабораторная работа №5

Определение КПД полиспаста

Цель работы: Определить коэффициент полезного действия полиспаста

Оборудование: блоки, веревка для блоков длиной не менее 2 м, штатив, набор грузов, динамометр, сантиметровая лента

Ход работы:

1. Установив штатив на краю стола, собрать полиспаст с помощью двух систем блоков и нити
2. Нагрузить полиспаст наибольшим количеством грузов и уравновесить его с помощью динамометра. Записать показания динамометра и полный вес грузов в таблицу
3. Измерить с помощью сантиметровой ленты расстояние L_1 , пройденное грузами под действием постоянной силы, приложенной к свободному концу нити. Измерить расстояние L_2 , пройденное точкой приложения силы. Записать полученные данные в таблицу

№	P, Н	ΔP , Н	L_1 , м	ΔL_1 , м	F, Н	ΔF , Н	L_2 , м	ΔL_2 , м	η	$\Delta \eta$

4. Рассчитать КПД
5. Повторить эксперимент для двух других масс подвешенного груза. Проследить и объяснить изменение КПД полиспаста в зависимости от количества грузов. Сравнить полученное значение КПД с теоретическим
6. Рассчитать погрешности и внести их в таблицу
7. Сделать вывод

Примечание: при сборке полиспаста руководствоваться изображением собранного образца



Лабораторная работа №6

Исследование равноускоренного движения

Цель работы: вычислить ускорение, с которым скатывается тележка по наклонной плоскости. Проверить характеристическое свойство равнопеременного движения

Оборудование: измерительная лента, электронный таймер, направляющая плоскость, тележка, штатив

Ход работы:

1. Укрепить направляющую поверхность с помощью штатива в наклонном положении под небольшим углом к горизонту
2. Установить оптические измерительные воротца на произвольном расстоянии между собой. С помощью измерительной ленты определить расстояние между воротцами (S_i)
3. Пустив тележку с верхнего конца, измерить время прохождения тележки (t_i) между оптическими воротцами (при необходимости можно поднимать или опускать опоры воротец, чтобы флажок тележки проходил в воротца).
4. Повторить предыдущие 2 пункта с различными расстояниями между воротцами. Провести суммарно 6 измерений.
5. Построить график зависимости расстояний S_i между воротцами от t_i^2
6. По графику определить значение ускорения тележки и погрешность, сравнить с теоретическим.

№	S_i , м	ΔS_i , м	t_i , с	Δt_i , с	t_i^2 , с ²	$\Delta(t_i^2)$, с ²	g , м/с ²	Δg , м/с ²

7. Измерить путь, пройденный тележкой:

- I вариант - за 1-ю(S_I), 2-ю(S_{II}) и 3-ю секунды(S_{III}).
Проверить соотношение $S_I : S_{II} : S_{III}$
- II вариант - за 1 секунду(S_1), за 2 секунды(S_2) и за 3 секунды(S_3).
Проверить соотношение $S_1 : S_2 : S_3$

8. Сделать вывод

Лабораторная работа №7

Проверка уравнения теплового баланса

Цель работы: Определить количество теплоты, отданное горячей водой и калориметром, и количество теплоты, полученное холодной водой при теплообмене. Проверить уравнение теплового баланса

Оборудование: мензурка, весы, термометр, алюминиевый калориметр, холодная и горячая вода

Ход работы:

1. Определить массу внутреннего стакана калориметра
2. Налить во внутренний стакан калориметра горячую воду, измерить ее температуру
3. Отмерить мензуркой 100-150 мл холодной воды, измерить ее температуру и залить в калориметр
4. Помешивая термометром, дождаться установления теплового равновесия и измерить температуру смеси
5. С помощью мензурки определить объем горячей воды
6. Вычислить количество теплоты, отданное при остывании, и количество теплоты, полученное при нагревании
7. Проиллюстрировать процессы на графике
8. Заполнить таблицу

$m_{Al}, \text{КГ}$	$m_{ГВ}, \text{КГ}$	$m_{ХВ}, \text{КГ}$	$t_{ГВ}, ^\circ\text{C}$	$t_{ХВ}, ^\circ\text{C}$	$t_{К}, ^\circ\text{C}$	$C_{В}, \frac{\text{Дж}}{\text{КГ}\cdot\text{К}}$
$\Delta m_{Al}, \text{КГ}$	$\Delta m_{ГВ}, \text{КГ}$	$\Delta m_{ХВ}, \text{КГ}$	$\Delta t_{ГВ}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{ХВ}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{К}, ^\circ\text{C}$	$\Delta C_{В}, \frac{\text{Дж}}{\text{КГ}\cdot\text{К}}$

9. Рассчитать погрешности и занести их на график
10. Проверить уравнение теплового баланса и сделать вывод

Лабораторная работа №8

Определение удельной теплоёмкости твёрдого тела

Цель работы: С помощью уравнения теплового баланса определить удельную теплоёмкость твёрдого тела, изготовленного из неизвестного материала. Сделать предположение о материале.

Оборудование: Тело из вещества неизвестной удельной теплоемкости, мензурка, весы, термометр, алюминиевый калориметр, холодная и горячая вода

Ход работы:

1. Определить массу внутреннего стакана калориметра
2. Отмерить 150-200 мл холодной воды, залить в калориметр, измерить ее температуру
3. Нагреть с помощью горячей воды тело, измерить его температуру
4. Опустить нагретое тело в калориметр, записать установившуюся температуру
5. Измерить массу исследуемого тела после того, как система остынет
6. Заполнить таблицу

$c_B, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	$c_{Al}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	$m_{XB}, \text{ кг}$	$m_{Al}, \text{ кг}$	$m_{\text{тела}}, \text{ кг}$	$t_{XB}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{тела}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{кон}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$
$\Delta c_B, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	$\Delta c_{Al}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	$\Delta m_{XB}, \text{ кг}$	$\Delta m_{Al}, \text{ кг}$	$\Delta m_{\text{тела}}, \text{ кг}$	$\Delta t_{XB}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{тела}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{кон}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$

7. Составить уравнение теплового баланса и вычислить неизвестную удельную теплоёмкость
8. Построить график $t^\circ(Q)$
9. Сделать вывод, и определить материал, из которого изготовлено тело

Лабораторная работа №9

Определение удельной теплоты плавления льда

Цель работы: Определить удельную теплоту плавления льда

Оборудование: мензурка, весы, термометр, алюминиевый калориметр, лед и горячая вода

Ход работы:

1. Разбейте лёд на кусочки небольших размеров и оставьте в чашке на 20-30 минут. Лёд в воде в процессе таяния имеет температуру $t_1 = 0^\circ\text{C}$. (Как правило, лёд лежит у учителя в термосе и находится в тепловом равновесии с водой)
2. Измерьте температуру воздуха (t_2)
3. Налейте в измерительный цилиндр 150 мл воды при температуре около 40°C . Измерьте температуру тёплой воды (t_3) в цилиндре и перелейте эту воду во внутренний стакан калориметра.
4. Куски тающего льда опустите в калориметр с теплой водой. После опускания каждого куска льда ожидайте полного его расплавления и следите за показаниями термометра.
5. Закончите опускать лёд в калориметр, как только температура воды в калориметре опустится до значения температуры окружающей среды (t_2).

Примечание: В этом случае начальная и конечная температуры калориметра одинаковы, стакан не получает и не отдаёт тепло. В уравнение теплового баланса входят только:

- количество теплоты, идущей на плавление льда (λm_1 , m_1 - масса льда);
- количество теплоты, идущей на нагревание воды, образовавшейся в результате таяния льда ($cm_1(t_2 - t_1)$);
- количество теплоты, выделяющееся при остывании тёплой воды ($cm_2(t_3 - t_2)$, m_2 - масса тёплой воды)

Массу льда можно определить, перелив в измерительный цилиндр воду из калориметра после завершения эксперимента. Объём воды, образовавшейся в результате таяния льда, равен разности объёмов всей смеси и тёплой воды.

6. Заполнить таблицу (V_1 - объём воды, образовавшейся при таянии льда, V_2 - объём тёплой воды, V - объём смеси).

V_1 , л	V_2 , л	V , л	m_1 , кг	m_2 , кг	t_1 , °C	t_2 , °C	t_3 , °C	λ , $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
ΔV_1 , л	ΔV_2 , л	ΔV , л	Δm_1 , кг	Δm_2 , кг	Δt_1 , °C	Δt_2 , °C	Δt_3 , °C	$\Delta \lambda$, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

7. Сделать вывод

Лабораторная работа №10

Изучение изобарного процесса

Цель работы: Проверка соотношения $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ между изменением объёма и температуры определённого количества газа при его изобарном охлаждении

Оборудование: прозрачная трубка с двумя кранами на концах, термометр, измерительная лента, внешний стакан калориметра, сосуд с тёплой водой, сосуд с холодной водой

Метод выполнения работы:

Исследуемым газом в данной работе является воздух, находящийся внутри прозрачной трубки. Для изоляции внутренней полости трубки от внешней среды на концах закреплены специальные краны.

Измерения объема и температуры теплого и холодного воздуха внутри трубки проводят в следующем порядке:

Трубку плотно, виток к витку, укладывают внутрь стакана калориметра. Кран, который расположится при этом вблизи дна, предварительно закрывают. Верхний кран оставляют открытым. Затем в калориметр наливают нагретую до $55 - 60^\circ\text{C}$ воду. Воду заливают так, чтобы открытый кран оказался бы погруженным в нее не более чем на $5 - 10$ мм. По мере прогрева объем воздуха в трубке будет возрастать и из открытого крана станут выходить пузырьки. В момент, когда температура воздуха сравняется с температурой теплой воды, выделение пузырьков прекратится. Это состояние воздуха в трубке принимают за исходное. Температуру воздуха в исходном состоянии T_1 можно определить, если измерить температуру воды в стакане. Его объем V_1 равен объему внутренней полости трубки, заполненной воздухом.

После измерения температуры теплой воды воздух переводят в состояние с другими параметрами. Для этого закрывают кран, теплую воду сливают и заполняют стакан холодной водой, следя за тем, чтобы ее уровень над верхним краном оказался таким же, как в первой части опыта. После этого кран опять открывают. При охлаждении объем воздуха уменьшится, и через открытый кран в трубку поступит некоторое количество воды. Когда температуры воды и воздуха опять станут одинаковыми (через 1-2 минуты), приступают к определению параметров газа в новом состоянии.

Температуру воздуха вновь определяют по температуре воды, чтобы определить его объем после охлаждения, закрывают верхний кран, трубку извлекают из калориметра и, удерживая вертикально, резко встряхивают несколько раз. При этом капли воды, попавшие внутрь, сольются и образуют неразрывный столбик. Измерив объем этого водяного столба и вычтя его из внутреннего объема трубки, узнают объем воздуха в конечном состоянии.

Измерение объемов в этой работе удобно проводить в условных единицах по длине воздушного или водяного столба: внутренняя полость трубки имеет форму цилиндра, и её объём $V = S \cdot l$, но площадь поперечного сечения S в ходе опыта не меняется, и, чтобы не измерять эту величину, которая после подстановки все равно сократится, объём выражают в единицах длины.

Давление воздуха в трубке в первой и второй части опыта равнялось сумме атмосферного давления и давления небольшого столба воды над открытым краном. Поскольку уровень теплой и холодной воды не менялся, то эта сумма в ходе опыта не менялась, а значит и давление воздуха в трубке при его охлаждении оставалось постоянным, то есть процесс протекал изобарически.

В конце работы сравнивают отношения объема воздуха к его температуре до и после охлаждения.

Ход работы:

1. Измерить длину воздушного столба в трубке(l_1)
2. Закрывать один кран и уложить трубку виток к витку в стакан калориметра. Кран на верхнем конце оставить открытым
3. Заполнить стакан тёплой водой и поместить в него термометр
4. Из трубки начнут выделяться пузырьки воздуха. Как только выделение прекратится, записать показание термометра(t_1)
5. Закрывать верхний кран, слить тёплую воду. Заполнить стакан холодной водой до прежнего уровня и снова открыть кран.
6. Подождать 1.5-2 минуты и снять показание с термометра(t_2)
7. Закрывать кран, слить воду, извлечь трубку из стакана. Встряхнуть его и измерить длину столба воды в нём(Δl)
8. Вычислить длину столба охлаждённого воздуха($l_2 = l_1 - \Delta l$)
9. Перевести записанные показания термометра в градусы Кельвина: $T = t + 273^\circ$
10. Вычислить отношения $\frac{l_1}{T_1}$ и $\frac{l_2}{T_2}$ и сделать вывод о выполнении закона Гей-Люссака для газа в трубке
11. Заполнить таблицу

l_1 , см	t_1 , °C	T_1 , K	Δl , см	l_2 , см	t_2 , °C	T_2 , K	l_1/T_1	l_2/T_2
Δl_1 , см	Δt_1 , °C	ΔT_1 , K	$\Delta(\Delta l)$, см	Δl_2 , см	Δt_2 , °C	ΔT_2 , K	$\Delta(l_1/T_1)$	$\Delta(l_2/T_2)$

12. Указать причины, повлиявшие на точность полученных результатов
13. Письменно ответить на контрольные вопросы:
 - Почему охлаждение воздуха в данном эксперименте можно считать изобарным?
 - Какие условия должны выполняться, чтобы, определяя параметры газа, можно было воспользоваться законом Гей-Люссака?
14. Сделать вывод

Лабораторная работа №12

Механический эквивалент теплоты

Цель работы: Определить механический эквивалент теплоты

Оборудование: 2 латунные ружейные гильзы (вставляемые одна в другую), втулки с рычагом для измерения силы трения и плеча, рукоятки с изолирующим наконечником для вращения внутренней гильзы, скоба со стержнем для укрепления прибора в муфте штатива

Ход работы:

1. Гильзы собранного прибора полностью поместить в стакан с машинным маслом. Измерить начальную температуру масла
2. Рукой произвести вращение рукоятки - 1500 оборотов. После каждой сотни оборотов снимать показания температуры масла. При этом внутренняя гильза вращается, а внешняя остаётся на месте. Обе гильзы нагреваются и отдают тепло маслу
3. Построить график зависимости температуры масла от числа оборотов. Измерить температуру масла после нагревания
4. Считать, что известны следующие табличные величины. Погрешность брать как у табличных величин. m_2 - масса масла (спросить у учителя), C_1 - теплоёмкость стеклянного стаканчика, c_2 - удельная теплоёмкость масла, C_3 - теплоёмкость латунной гильзы

$m_2 = \dots$ г	$C_1 = 10 \frac{\text{кал}}{^\circ\text{C}}$	$c_2 = 0.78 \frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot ^\circ\text{C}}$	$C_3 = 3 \frac{\text{кал}}{^\circ\text{C}}$
$\Delta m_2 = \dots$ г	$\Delta C_1 = \dots \frac{\text{кал}}{^\circ\text{C}}$	$\Delta c_2 = \dots \frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\Delta C_3 = \dots \frac{\text{кал}}{^\circ\text{C}}$

5. Рассчитать количество теплоты по уравнению: $Q = (C_1 + c_2 m_2 + C_3)(t_2 - t_1)$
6. Для определения работы, которая идёт на нагрев, необходимо определить момент вращающей силы. Для этого за крючок на рычаге зацепляют динамометр и вращают рукоятку. Динамометр должен быть перпендикулярен рычагу и находится в одной с ним плоскости. Если показания колеблются, надо взять среднее. Плечо измерить при помощи линейки. Тогда работа будет определяться соотношением: $A = 2F\pi rN$, N – количество оборотов, F – сила, r – плечо силы
7. Рассчитать механический эквивалент теплоты $J = \frac{A}{Q}$. Посчитать погрешности и заполнить таблицу

$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	N	F, H	$r, \text{м}$	$Q, \text{кал}$	$A, \text{Дж}$	$J, \text{Дж/кал}$
$\Delta t_1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_2, ^\circ\text{C}$		$\Delta F, \text{H}$	$\Delta r, \text{м}$	$\Delta Q, \text{кал}$	$\Delta A, \text{Дж}$	$\Delta J, \text{Дж/кал}$

8. Сделать вывод

Лабораторная работа №13

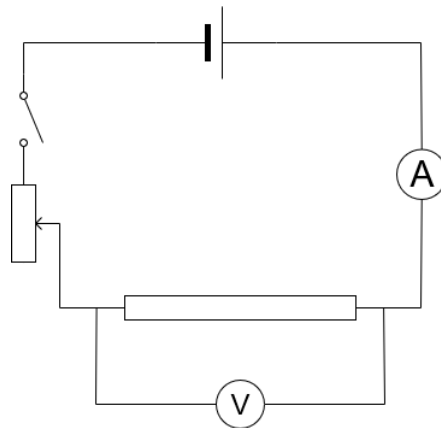
Определение удельного сопротивления проводника

Цель работы: Определить удельное сопротивление проводника. Определить материал из которого изготовлен проводник.

Оборудование: проводник на линейке(реохорд), источник тока, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода, микрометр, реостат

Ход работы:

1. Измерить микрометром толщину исследуемого проводника
2. Собрать схему и зарисовать её



3. Измерить длину той части проводника, по которой протекает электрический ток
4. Измерить силу тока и напряжение на проводнике
5. Вычислить удельное сопротивление
6. Повторить опыт ещё 5 раз при других токах, напряжении и длине проводника
7. Рассчитать погрешности и заполнить таблицу для каждого из шести экспериментов

d , мм	L , м	U , В	I , А	ρ , Ом·м
Δd , мм	ΔL , м	ΔU , В	ΔI , А	$\Delta \rho$, Ом·м

8. Записать среднее значение удельного сопротивления $\rho = \rho_{\text{ср}} \pm \Delta \rho_{\text{ср}}$
9. Сделать вывод

Лабораторная работа №14

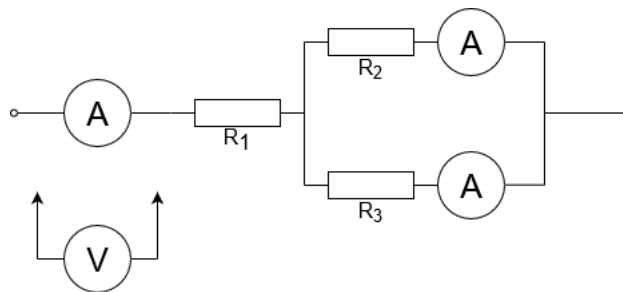
Смешанное соединение проводников

Цель работы: Проверить законы последовательного и параллельного соединения

Оборудование: 3 резистора, 3 амперметра, 1 вольтметр, источник постоянного напряжения, соединительные провода, ключ

Ход работы:

1. Собрать и зарисовать установку



2. Измерить токи и напряжения на всех резисторах, а также общий ток и общее напряжение
3. Рассчитать сопротивления $R_1, R_2, R_3, R_{23}, R_0$ через соответствующие токи и напряжения
4. Рассчитать мощность на каждом резисторе и общую мощность, пользуясь определением электрической мощности $P = U \cdot I$
5. Рассчитать погрешности и заполнить таблицы
6. Проверить соотношения для смешанного соединения для следующих величин: напряжений, токов, сопротивлений и мощностей.

I_1, A	I_2, A	I_3, A	U_1, B	U_{23}, B	U_0, B
$\Delta I_1, A$	$\Delta I_2, A$	$\Delta I_3, A$	$\Delta U_1, B$	$\Delta U_{23}, B$	$\Delta U_0, B$

$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_0, Ом$	$P_1, Вт$	$P_2, Вт$	$P_3, Вт$	$P_0, Вт$
$\Delta R_1, Ом$	$\Delta R_2, Ом$	$\Delta R_3, Ом$	$\Delta R_0, Ом$	$\Delta P_1, Вт$	$\Delta P_2, Вт$	$\Delta P_3, Вт$	$\Delta P_0, Вт$

7. Сделать вывод

Лабораторная работа №17

Изучение изотермического процесса

Цель работы: Проверить закон Бойля-Мариотта. Определить количество молекул воздуха в сосуде

Оборудование: Мерный шприц, датчик давления, термометр

Ход работы:

1. Измерить температуру окружающей среды
2. Установить поршень шприца на отметке 20 мл
3. Проследить, чтобы шприц был подключен к датчику давления
4. Включить датчик давления и запустить измерения
5. Медленно меняя объём от 20 до 12 мл, снимите показания давления для 6 различных последовательно идущих объёмов, расположенных примерно на одинаковом расстоянии по шкале шприца. Занести данные в таблицу

	1	2	3	4	5	6
V, \dots						
$\Delta V, \dots$						
$p, \text{кПа}$						
$\Delta p, \text{кПа}$						
$1/V, \dots$						
$\Delta(1/V), \dots$						

6. Нанести полученные данные на график $p\left(\frac{1}{V}\right)$.
7. Провести расчёт погрешностей, нанести бары на значения для оси $\frac{1}{V}$ на график. Исходя из полученных баров, получить погрешности для тангенса угла.
8. По углу наклона рассчитать количество вещества (ν) воздуха и число молекул (N) в сосуде
9. Сделать вывод о том, насколько точно изменение параметров газа соответствует закону Бойля-Мариотта
10. Письменно ответить на контрольные вопросы:
 - Почему процесс сжатия газа в опыте можно считать изотермическим?
 - Какие условия должны выполняться, чтобы, определяя параметры газа, можно было пользоваться законом Клапейрона-Менделеева?
11. Сделать вывод

Табличные значения

Удельная теплоёмкость некоторых твердых веществ

Вещество	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	Вещество	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
Алюминий	920	Парафин	3200
Дерево	2400	Платина	125
Железо, сталь	460	Сера	712
Золото	130	Свинец	130
Латунь	370	Стекло	840
Лед	2100	Цемент	800
Медь	385	Цинк	400
Нафталин	1300	Чугун	550
Олово	230	Натрий	1220
Ртуть	120	Бензин	2050

Удельная теплоёмкость некоторых жидкостей

Вещество	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	Вещество	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
Ацетон	2160	Бензин	1500
Вода	4200	Керосин	2100
Спирт	2470	Эфир	2340

Удельная теплота и температура плавления некоторых веществ

Вещество	$\lambda, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Температура плавления, °С
Алюминий	390	660
Лед	340	0
Сталь	82	1400

Плотность некоторых веществ

Вещество	Плотность, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Вещество	Плотность, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Вода	1000	Оргстекло	1200
Алюминий	2700	Парафин	900
Спирт	790	Дуб(сухой)	700
Железо	7800	Сосна(сухая)	400
Медь	8900	Цинк	7100
Чугун	7000	Цинк	7300

Табличные значения

Удельное сопротивление некоторых твердых веществ

Вещество	$\rho, 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$	Вещество	$\rho, 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$
Алюминий	2.8	Цинк	5.9
Вольфрам	5.5	Константан	50
Золото	2.4	Манганин	45
Медь	1.7	Никелин	40
Олово	12	Нихром	110
Ртуть	96	Сталь	12
Свинец	20	Фехраль	120
Серебро	1.6	Чугун	60

Температурный коэффициент сопротивления некоторых веществ

Вещество	$\alpha, 10^{-3} \text{ K}^{-1}$	Вещество	$\alpha, 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
Алюминий	4.2	Цинк	4.2
Вольфрам	4.8	Константан	-0.05
Золото	4.0	Манганин	0.01
Медь	4.3	Никелин	0.1
Олово	4.4	Нихром	0.1
Ртуть	1.0	Сталь	6.0
Свинец	3.7	Фехраль	0.1
Серебро	4,0	Чугун	1.0