

А. К. АТАМАНЧЕНКО

Альтернативный выбор
физического лабораторного
эксперимента в школе.

Таганрог - 2021

Лабораторная работа № 1

Определение плотности твёрдого вещества на основе архимедовой силы методом гидростатического взвешивания

Цель работы:

Определить плотность твердого вещества с помощью измерительной линейки.

Оборудование и средства измерения:

Пластиковая кювета-упаковка от продуктов, вода, деревянный брусок прямоугольных форм, миллиметровая линейка.

Содержание и метод выполнения работы:

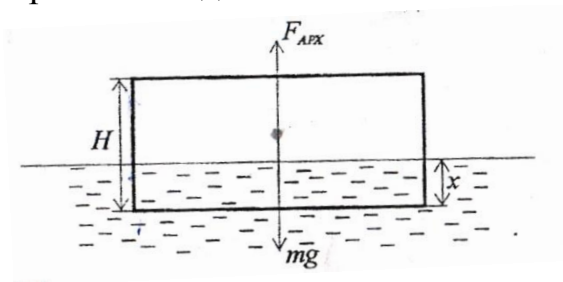
Плотность бруска определяется выражением

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

где m — масса бруска,

V — объём бруска.

Масса бруска определяется на основе архимедовой силы. Для этого брусок помещают на поверхность воды.



При равновесном состоянии вес тела равен архимедовой силе:

$$mg = F_{\text{арх}} \quad (2).$$

Архимедова сила выражается формулой:

$$F_{\text{арх}} = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot V_{\text{т}} \quad (3),$$

где $\rho_{\text{в}}$ — плотность воды,

$V_{\text{т}}$ — объём жидкости, вытесненной бруском, который вычисляется по формуле:

$$V_{\text{т}} = S \cdot x \quad (4),$$

где S — площадь основания бруска,

x — часть бруска, погружённого в воду, его осадка*.

Решая совместно уравнения 2, 3 и 4, получим:

$$mg = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot S \cdot x \quad | :g \quad m = \rho_{\text{в}} \cdot S \cdot x \quad (5).$$

Уравнение 5 подставим в уравнение 1, получим:

$$\rho = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot S \cdot x}{V} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot S \cdot x}{S \cdot H} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot x}{H} \quad (6).$$

H и x измеряются линейкой.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

| Определить | | | Вычислить | |
|--------------------------------|-----|-----|-------------|--------------------------------|
| $\rho_{\text{в}}$ | H | x | m | ρ |
| $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | m | m | кг | $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ |
| | | | | |

2. Определить высоту бруска.
3. Брусок плавно опустить в воду.
4. Вынуть брусок из воды и по влажному следу от воды измерить линейкой осадку бруска - x .
5. Вычислить плотность бруска по формуле 6.
6. Вычислить массу бруска по формуле 5.
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.
8. Из проделанной работы сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Какую работу необходимо выполнить для того, чтобы брусок полностью погрузился в воду?
 2. Какую максимальную массу может удерживать исследуемый брусок?
- Оформить в виде задачи.

* - осадка – глубина погружения судна

Лабораторная работа № 2
Изучение движения водяной струи в поле тяготения выбро-
шенной горизонтально

Цель работы:

1. Вычислить начальную скорость вылета водяной струи в горизонтальном направлении.
2. Построить траекторию полета струи воды в поле тяготения.

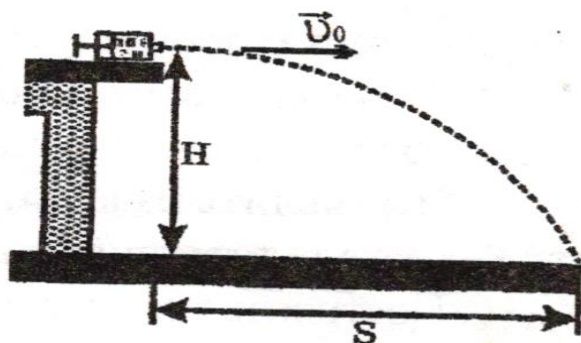
Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц без иглы, сосуд с водой, масштабная линейка.

Содержание и метод выполнения работы:

Изучение движения тела по параболе, брошенного горизонтально, удобно исследовать с помощью струи воды выпущенной из медицинского шприца. После прекращения действия силы на поршень вылетевшая порция воды движется равномерно и прямолинейно в направлении выстрела (по инерции) и равноускоренно под действием постоянной по величине и направлению силы тяжести.

Время полета порции воды с высоты H , на расстоянии S , равно времени падения с этой высоты. Обоснованием этого утверждения служит второй закон Ньютона, который гласит, что ускорение тела зависит от силы, действующей на него, и от массы.



Используя эти утверждения, вычислим время вертикального падения воды из формул пути свободно падающего тела.

$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1).$$

Расстояние, на которое улетают частички воды, определяется по формуле:

$$S = v_0 \cdot t \quad (2),$$

где v_0 — начальная скорость вылета струи, t — время полета.

Из формулы 2 находим скорость вылета струи:

$$v_0 = \frac{S}{t} \quad (3)$$

Уравнение 1 подставим в уравнение 3, получим

$$v^0 = S \sqrt{\frac{g}{2H}} \quad (4)$$

S и H определяются прямым измерением.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для занесения результатов, определяемых в ходе работы.

| Определить | | Вычислить |
|------------|---|-----------|
| S | H | v |
| м | м | м/с |
| | | |

2. Набрать в шприц воды.

3. Произвести выстрел одной порции воды в горизонтальном направлении (удобнее с уголка стола).

4. Измерить высоту, с которой произведен выстрел, и дальность полета водяных капель. Результаты занести в таблицу.

5. Вычислить начальную скорость вылета струи воды по формуле 4. Результат записать в таблицу.

6. Построить траекторию движения струи воды в поле тяготения.

Координаты x и y подсчитать через каждые 0,1 с.

Координату y подсчитать по формуле:

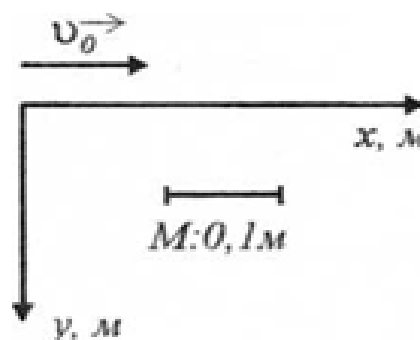
$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

| | | | | | |
|------|---|-----|-----|-----|-----|
| t, с | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| y, м | 0 | | | | |

Координаты x подсчитать по формуле:

$$x = v_0 t$$

| | | | | | |
|------|---|-----|-----|-----|-----|
| t, с | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| x, м | 0 | | | | |



7. Сформулировать вывод исходя из целей работы.

Контрольное задание и вопросы к нему

Со стола, в горизонтальном направлении, произвести два выстрела водой так, чтобы дальность полета их была разной.

1. От каких факторов зависит дальность полета водяных частиц?

2. В каком случае траектория полета струи круче?

3. Сравнить время полета водяных порций, выпущенных из шприца.

Не по теме: Устный вопрос: «Приведите пример возможного применения явления конденсации». Из приведенных примеров был и такой. Девочка: «Вот когда папа гонит самогон...», взрыв смеха и договорить девочке не дали.

Лабораторная работа № 3

Определение коэффициента трения скольжения и покоя¹

Цель работы:

Исследовать зависимость трения скольжения от материалов соприкасающихся тел с помощью изготовленного прибора.

Оборудование и средства измерения:

Динамометр Бакушинского, полоска нелинованной бумаги, брусок от трибометра и деревянная линейка, грузы равных масс — 1-2 шт. (102 г), набор различных поверхностей (стекло, пластик, материя,...).

Содержание и метод выполнения работы:

Коэффициент трения скольжения определяется через уравнение Кулона-Амонтона², характеризующего отношение модулей силы трения и силы реакции опоры

$$F_{\text{ТР}} = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{F_{\text{ТР}}}{N}$$

1 Работа предложена А.А. Давиденко, г. Чернигов, Украина.

2 Кулон Шарль и Амонтон Гильом — французские ученые.

Из последнего уравнения видно, что коэффициент трения скольжения показывает, какую часть сила трения $F_{\text{ТР}}$ составляет от силы нормального давления N . Если тело привести в относительное движение по горизонтальной плоскости, то величина силы нормального давления будет равна величине действующей на это тело силы тяжести:

$$N = mg.$$

Тогда

$$\mu = \frac{F_{\text{ТР}}}{mg}$$

Приняв во внимание сказанное, можно изготовить прибор, позволяющий непосредственно определять коэффициент трения.

Закроем шкалу пружинного динамометра бумажной лентой и возле стрелки (движущегося конца пружины) проведем черточку. Это - ноль будущего прибора. Потом подвесим на крючке пружины тело определенной массы, например деревянный брусок с ушком, и снова проведем возле стрелки черточку - это единица. Разбив отрезок между нанесенными черточками на десять равных частей, мы получим шкалу прибора для измерения коэффициента трения с ценой деления 0,1 (рис. 1).

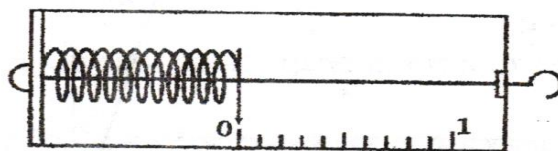


Рис. 1

Работа с прибором сводится к равномерному протягиванию тела крючком пружины по исследуемой поверхности с одновременным снятием показаний.

Указания к выполнению работы

1. С помощью динамометра определить вес деревянного бруска, а затем вычислить его массу

$$m = \frac{P}{g}$$

где $g = 9,81 \frac{м}{с^2}$

2. Изготовить прибор.

При изготовлении прибора можно пружину нагрузить бруском и 1-2 грузами массой по 102 г.

3. Брусок или брусок с грузом равномерно протянуть:

- а) по деревянной линейке,

- б) по пластиковой полосе (стеклу, резине и др.), каждый раз фиксируя коэффициент трения скольжения.

4. Определить коэффициент трения покоя. Его значение стрелка покажет перед самым срыванием тела с места. Сравнить результат с коэффициентом трения скольжения.

5. Построить график зависимости силы трения от силы тяги.

Использовать данные своего эксперимента.

6. В качестве вывода закончить фразу: “Данный прибор позволяет...”

Контрольные вопросы

1. От чего зависит коэффициент трения скольжения?
2. От чего зависит тормозной путь автомобиля?

Смешинка из тетради: В слове «коэффициент» встречались и такие написания: кофицент и коэффициант.

Лабораторная работа № 4
Определение жесткости пружины на основе закона
сохранения механической энергии

Цель работы:

Найти жесткость пружины, опираясь на закон сохранения энергии.

Оборудование и средства измерения:

Самодельная установка, собранная из пружины, направляющего стержня, стальной шайбы (цилиндра) с отверстием; миллиметровая линейка с пределом измерения 0-30 см, фиксатор.

Подготовка:

Повторить один из источников информации:

В.А. Касьянов. Физика-10. М. Дрофа, 2000, §§ 23, 31, 32.

А.А. Пинский, Г.Ю. Граковский. Физика. М. Форум-ИНФА, 2002. Гл. 2, §§2.3(4), 2.10, 2.11.

И.Г. Власова. Физика. Пособие для поступающих в вузы. М. Эксмо, 2003, §§ 2.8, 3.7.

Описание установки и теория вопроса:

Закон сохранения механической энергии применяем на установке, устройство которой ясно из рисунка 1.

Установка состоит из пружины I и приспособления II, содержащего направляющий стержень (велосипедную спицу) 2 с фиксатором 3 (из резиновой ленты) и стальную шайбу (плоский цилиндр) 4, которая может свободно скользить вдоль спицы.

При надавливании рукой на шайбу (цилиндр) пружина деформируется и «запасается» потенциальной энергией Π_1 (рис. 2).

$$\Pi = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} \quad (1).$$

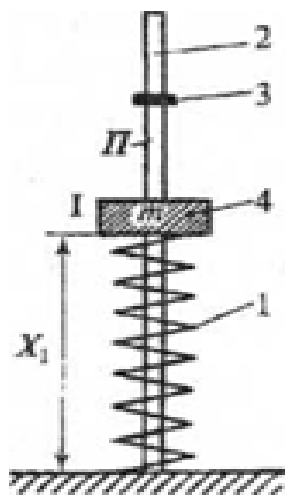


Рис. 1

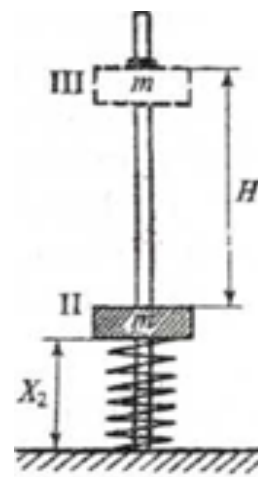


Рис. 2

Освободив груз от действия внешней силы, увидим, что пружина распрямляется и цилиндр начинает движение вверх, он при этом приобретает и кинетическую, и потенциальную энергии.

В итоге цилиндр поднимется на высоту H и останавливается (см. рис. 2),

запасаясь потенциальной энергией Π_2 в поле гравитации; кинетическая энергия его W_k на максимальной высоте подъема равна нулю: $W_k = 0$.

$$\Pi_2 = mgH \quad (2).$$

Считаем, что вся потенциальная энергия упруго деформированной пружины передается шайбе (цилиндру) 4 при ее отпуске. Силы сопротивления движению шайбы не учитываем. Тогда на основе закона сохранения энергии

$$\Pi_1 = \Pi_2 \text{ или } \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} = mgH \quad (3).$$

Из равенства (3) найдем жесткость пружины k :

$$k = \frac{2mgH}{\Delta x^2} \quad (4)$$

где m — масса шайбы (цилиндра),
 g — ускорение свободного падения,
 H — высота подъема шайбы,
 Δx — деформация пружины.

Указания к выполнению работы

1. Подготовьте таблицу для занесения результатов, определяемых в процессе эксперимента, и вычислений в ходе работы.

| Определить | | | | | | Вычислить | | |
|------------|-------|-----|-----|------------------|-----|------------|------|---------------|
| x_1 | x_2 | D | h | ρ | H | Δx | m | k |
| m | m | m | m | $\frac{кг}{м^3}$ | m | m | $кг$ | $\frac{Н}{м}$ |
| | | | | | | | | |

2. Соберите установку по рисунку 1.

3. Измерьте длину пружины x_1 до ее деформации рукой, т.е. в «свободном» состоянии.

4. Пружину максимально сожмите и измерьте ее длину в деформированном состоянии — x_2 .

5. Вычислите деформацию пружины — Δx .

$$x_1 - x_2 = \Delta x$$

6. Пружину отпустите и произведите «выброс» шайбы вверх.

7. Измерьте наибольшую высоту H , на которую поднялась шайба (см. рис. 2). Определите диаметр D и высоту h шайбы (цилиндра).

9. Пренебрегая малым отверстием в шайбе, вычислите ее массу, зная, что она стальная:

$$m = \rho V.$$

$$\text{Так как } V = Sh, S = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4}, \text{ то } m = \frac{\rho \pi D^2 h}{4},$$

где ρ — плотность стали,

$\pi = 3,14$.

10. Вычислите жесткость пружины по формуле 4.

11. Все замеры и результаты вычислений занесите в таблицы.

Контрольные вопросы

1. Вычислите начальную скорость подъема шайбы (цилиндра).

2. Сравните энергию, которую получила шайба, с ее энергией на максимальной высоте. Сделайте вывод и объясните его.

Выписка из отчета

Ответ на контрольный вопрос № 2.

Наблюдалось нарушение закона сохранения энергии.

Доказательство:

Шайба приобретала большую энергию, чем энергия сжатой пружины, т.к. она вылетала за пределы направляющего стержня.

Лабораторная работа № 5

Определение температурного коэффициента линейного расширения твердого тела

Цель работы:

Определить коэффициенты линейных расширений различных материалов и сравнить их.

Оборудование и средства измерения:

Прибор для измерения коэффициента линейного расширения твердого тела, сосуд с холодной водой, сосуд с горячей водой, термометр, миллиметровая линейка, индикатор, лед (снег).

Содержание и метод выполнения работы:

При нагревании твердого тела кинетическая энергия его молекул возрастает и они начинают колебаться около своих положений равновесия с большей амплитудой. Вследствие беспорядочности тепловых колебаний молекул расстояние между ними становится больше и поэтому линейные размеры тела увеличиваются.

$$l = l_0(1 + \alpha t^\circ),$$

где l — длина тела при температуре t° ,

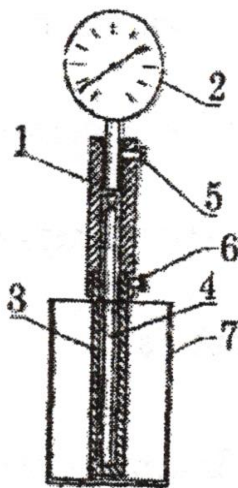
l_0 — длина тела при температуре 0°C ;

α — температурный коэффициент линейного расширения, который характеризует относительное изменение длины, приходящейся на изменение температуры в 1°C (1 K).

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t^\circ}$$

где $\Delta t^\circ = t_2^\circ - t_1^\circ$,

Для измерения коэффициента линейного расширения металла применяется специальный прибор (рис. 1), который состоит из корпуса 1, индикатора 2, патрона 3, толкателя 4, винта крепления индикатора 5, винта крепления патрона (образца) 6, нагревателя 7.



Поскольку, патрон 3 имеет больший коэффициент линейного расширения, чем толкатель 4, то при изменении температуры внешней окружающей среды длина патрона 3 изменяется на большую величину, чем длина толкателя 4. В результате этого изменения толкатель 4 перемещается вниз или вверх, действуя на индикатор 2.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для занесения результатов вычислений и измерений.

| Определить | | | | Вычислить |
|------------|------------------|------------------|------------|-----------------------|
| l_0 | t_1° | t_2° | Δl | α |
| m | $^\circ\text{C}$ | $^\circ\text{C}$ | m | $^\circ\text{C}^{-1}$ |
| | | | | |

2.Подготовить прибор к испытанию.

Патрон (образец) 3 закрепить винтом 6. Толкатель (кварцевая трубка) 4 поместить вовнутрь патрона 3. Индикатор 2 вставить в корпус 1 и закрепить винтом 5. При этом стрелка индикатора должна повернуться относительно шкалы на 3-4 оборота.

3.Измерить начальную длину патрона. Данные занести в таблицу.

4.Поместить патрон в сосуд с водой, с плавающим в ней льдом, так, чтобы он не касался дна сосуда.

5.Поворотом наружного кольца индикатора установить конец стрелки напротив деления “ноль” на шкале.

6.Измерить начальную температуру воды (патрона). Результат занести в таблицу.

7.Перенести прибор в сосуд с горячей водой.

8.Измерить температуру горячей воды (образца). Результат занести в таблицу.

9.Определить удлинение образца с помощью индикатора. Результат занести в таблицу.

10.Вычислить температурный коэффициент линейного расширения.

11.Прodelать все измерения и вычисления с образцами других материалов.

12.Пользуясь справочником, определить из какого материала изготовлены исследуемые образцы.

13.Сформулировать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1.В терморегуляторах часто используется биметаллическая пластинка. Поясните принцип ее действия.

2.Железобетонные сооружения не разрушаются при изменении температуры. Чем это объясняется?

Смешинка из тетради

При нагревании расстояние между молекулами увеличивается.

Лабораторная работа № 6
Определение поверхностного натяжения воды методом
отрыва капель

Цель работы:

1. Научиться одному из методов определения поверхностного натяжения жидкости.
2. Исследовать зависимость поверхностного натяжения воды от температуры и примесей.

Оборудование и средства измерения:

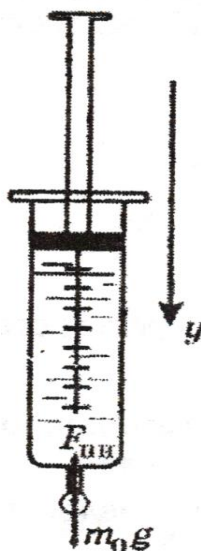
Медицинский шприц (без иглы), сосуды с холодной и теплой дистиллированной водой¹, миллиметровая линейка, справочник.

¹ Дистиллированную воду получить из снежной “шубы” на морозильной камере холодильника или использовать конденсат от кондиционера.

Содержание и метод выполнения работы:

Поверхностное натяжение жидкости определяется по формуле:

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



где $F_{\text{ПН}}$ — сила поверхностного натяжения,
 l — длина границы свободной поверхности.

$$l = 2\pi r \text{ или } l = \pi D \quad (2),$$

где D — внутренний диаметр патрубкa иглодержателя шприца.

Уравнение 2 подставим в уравнение 1 и получим:

$$\sigma = \frac{F_{\text{ПН}}}{\pi D} \quad (3).$$

На каплю действуют две силы: сила тяжести F_T и сила поверхностного натяжения $F_{\text{ПН}}$. Капля отрывается при условии, если $F_T \geq F_{\text{ПН}}$. Пусть $F_T = F_{\text{ПН}}$, тогда:

$$F_{\text{ПН}} = m_0 g \quad (4),$$

где m_0 — масса одной капли воды.

Уравнение 4 подставим в уравнение 3, получим:

$$\sigma = \frac{m_0 g}{\pi D} \quad (5)$$

Массу одной капли определим из соотношения:

$$m_0 = \frac{m}{N} \quad (6)$$

где m — масса всех капель,

N — число капель.

Уравнение 6 подставим в уравнение 5, получим:

$$\sigma = \frac{mg}{N\pi D} \quad (7).$$

Массу всех капель воды определим по формуле:

$$m = \rho V \quad (8),$$

где ρ — плотность жидкости (воды),
 V — объем жидкости (воды) вылившейся из шприца.

Уравнение 8 подставим в уравнение 7, получим окончательное уравнение:

$$\sigma = \frac{\rho V g}{N \pi D} \quad (9).$$

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для занесения результатов вычислений и измерений.

| Определить | | | | | Вычислить | |
|-------------------|------------------|----------------|-----|-----|-----------|----------------------|
| ρ | g | V | N | D | σ | $\sigma_{\text{ср}}$ |
| кг/м ³ | м/с ² | м ³ | - | м | Н/м | Н/м |
| | | | | | | |

2. Занести в таблицу справочные данные плотности воды и ускорения свободного падения.

3. С помощью миллиметровой линейки определить внутренний диаметр патрубка иглодержателя шприца. Замер занести в таблицу.

4. Определить цену деления шприца.

5. Набрать в шприц определенный объем холодной дистиллированной воды. Действуя на поршень с постоянной силой¹, подсчитать число капель в этом объеме. Полученный результат занести в таблицу.

6. Вычислить поверхностное натяжение воды.

7. Опыт повторить три раза.

8. Вычислить среднее арифметическое значение поверхностного натяжения. Результат сравнить с табличным значением.

9. Исследовать зависит ли поверхностное натяжение воды от температуры и примесей:

¹ Внешнее усилие, действующее на поршень, компенсирует избыточное атмосферное давление, создающееся при отрыве капли.

а) Вычислить поверхностное натяжение теплой воды. Оформить в виде задачи.

б) Вычислить поверхностное натяжение мыльной воды комнатной температуры. Оформить в виде задачи.

10. Результаты экспериментов записать в виде вывода.

Контрольные вопросы

1. Почему капля - шар?

2. Определить число молекул в одной капле воды.

Полезный совет

Если зажженную свечу в наклонном положении поднести к тарелке с водой, то в воде обнаружите парафиновые шарики – аналог получения свинцовой дроби.

Лабораторная работа № 7

Экспериментальная проверка закона Бойля-Мариотта

Цель работы:

1. Экспериментально проверить справедливость закона Бойля-Мариотта.
2. Усвоить характер зависимости между объемом и давлением газа через графическое представление.
3. Показать графически зависимость давления газа от концентрации молекул в замкнутом объеме.

Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц, без иглы с заглушкой; барометр-анероид (общий); миллиметровая линейка; эталонная масса — 3 шт.

Содержание и метод выполнения работы:

Данная работа выполняется с помощью медицинского шприца с заглушённым иглодержателем. Закон Бойля-Мариотта для постоянной массы с неизменной температурой имеет вид:

$$p \cdot V = \text{const.}$$

Запишем это уравнение для трех состояний идеального газа:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3$$

Вычислим каждое из произведений отдельно.

Пусть газ в цилиндре, при атмосферном давлении, занимает наибольший объем V_0 , содержащий N число молекул. Патрубок иглодержателя шприца заглушим и переведем поршень в состояние A .

$$p_1 \cdot V_1 = A \quad (1),$$

где p_1 — давление газа в цилиндре после уменьшения его объема.

Установившееся давление складывается из атмосферного давления p_1 добавочного давления p_1^I созданного при уменьшении объема.

$$P_1 = P_o + P_1^I \quad (2).$$

Давление p_1^I определяется из соотношения:

$$p_1^I = \frac{F}{S} \quad (3).$$

Силу давления F на поршень определим по формуле:

$$F = mg \quad (3'),$$

где m — эталонная масса, нагружаемая на поршень цилиндра.

Площадь поршня S выразим через объем газа в цилиндре V_0 и длину столба газа l (Рис. 1.)

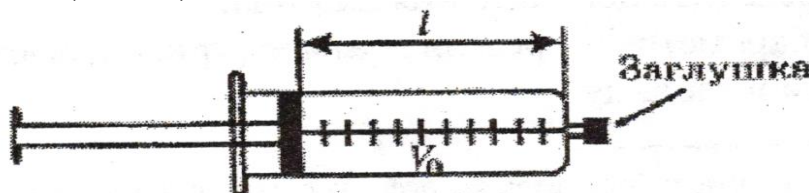


Рис. 1.

$$S = \frac{V_0}{l} \quad (3'')$$

Уравнение 3' и 3'' подставим в уравнение 3, получим:

$$p_1 = \frac{m \cdot g \cdot l}{V_0} \quad (4).$$

Уравнение 4 подставим в уравнение 2, получим:

$$p_1 = p_0 + \frac{m \cdot g \cdot l}{V_0} \quad (5).$$

Уравнение 5 подставим в уравнение 1, получим:

$$A = \left(p_0 + \frac{m \cdot g \cdot l}{V_0} \right) \cdot V_1 \quad (6).$$

где p_0 — определяется по барометру;

l — измеряется линейкой;

V_0 и V_1 ; — отмечаются по шкале шприца.

Нагружая на поршень массы $2m$ и $3m$, определяем объемы газа в цилиндре V_2 и V_3 .

Вычислим новые состояния газа ($B = p_2 \cdot V_2$, $C = p_3 \cdot V_3$) по формулам:

$$B = \left(p_0 + \frac{2m \cdot g \cdot l}{V_0} \right) \cdot V_2; \quad C = \left(p_0 + \frac{3m \cdot g \cdot l}{V_0} \right) \cdot V_3$$

Результаты A , B и C сравнить.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов и вычислений.

| Определить | | | | | Вычислить | | | | |
|------------|------|-------|-----|-------|-----------|-------|----------------|----------------|----------------|
| P_0 | m | V_0 | l | V_1 | V_2 | V_3 | $p_1 V_1$ | $p_2 V_2$ | $p_3 V_3$ |
| $Па$ | $кг$ | $м^3$ | $м$ | $м^3$ | $м^3$ | $м^3$ | $Па \cdot м^3$ | $Па \cdot м^3$ | $Па \cdot м^3$ |
| | | | | | | | | | |

2. Определить цену деления шприца.
3. По барометру¹ определить атмосферное давление. Показание занести в таблицу.
4. Поршень цилиндра вывести на наибольший объем цилиндра V_0 и заглушить отверстие иглодержателя. Линейкой измерить длину столба газа заключенного в цилиндре. Измерения занести в таблицу.
5. Шприц опереть на стол заглушкой вниз.

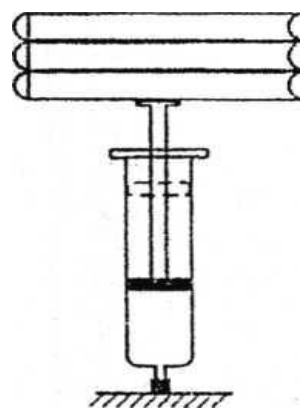


Рис. 2.

6. Придерживая шприц рукой, нагрузить ручку поршня массой m , $2m$ и $3m$ (книги¹) и фиксировать при этом объемы V_1 , V_2 и V_3 (рис. 2).

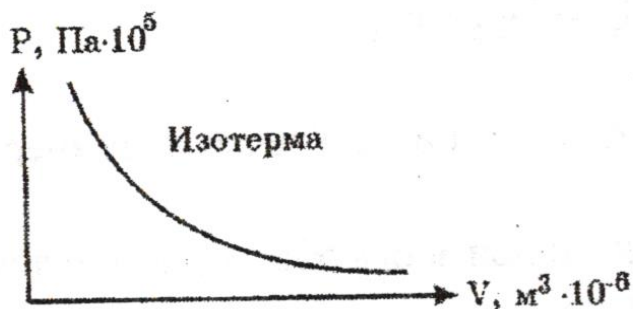
¹ При отсутствии барометра атмосферное давление принять равным 760 мм рт. ст. = $1,01 \cdot 10^5$ Па.

7. Вычислить произведение давления газа на его объем. Результаты занести в таблицу.

8. Сравнить результаты опытов

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3$$

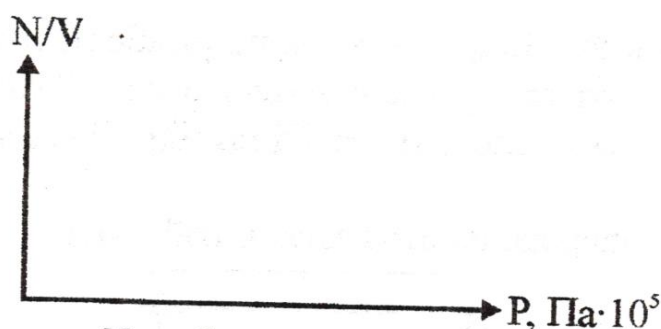
9. Построить график зависимости между объемом и давлением газа:



| P | V |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

10. Построить график зависимости давления газа от концентрации молекул n .

$$n = \frac{N}{V}$$



Число молекул N в объеме газа V определить по формуле:

$$N = \frac{V \cdot N_A}{V_M}$$

где N_A — число Авогадро;

V - объем одного моля газа.

N_A - $6,02 \cdot 10^{23}$ 1/моль;

V_M - $22,4 \cdot 10^{-3}$ м³

11. Из проделанной работы сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Какова зависимость между плотностью газа и давлением при одной и той же температуре?

2. Вычислить плотность воздуха в цилиндре при объеме V_2 .

Плотность воздуха при нормальных условиях $1,29$ кг/м³

¹ Например, сборник задач, массу которого определить заранее

Смешинка из тетради

При увеличении объема газа молекулы расширяются и они легко начинают двигаться.

Лабораторная работа № 8
Определение температуры воды на основе закона
Гей-Люссака

Цель работы:

1. Научиться одному из приемов определения температуры, без применения термометра.
2. Показать графически зависимость объема газа от температуры при изобарном процессе.

Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц (без иглы), сосуд с холодной водой, сосуд с горячей водой, лед.

Содержание и метод выполнения работы:

Данная работа выполняется с помощью медицинского шприца без иглы. Закон Гей-Люссака для постоянной массы газа при неизменном давлении имеет вид:

$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

Запишем это уравнение для двух состояний газа

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

где T_1 и T_2 — температуры газа теплообменников, следовательно и температуры газа в цилиндре шприца.

V_1 и V_2 — объем газа в цилиндре при температурах T_1 и T_2 .

Пусть газ в цилиндре, при открытом иглодержателе шприца, занимает наибольший объем. Помещаем шприц в теплообменник с горячей средой. Через некоторое время излишки газа выйдут и оставшийся объем газа при температуре T_1 , будет равен V_1 .

Заглушим пальцем отверстие иглодержателя и перенесем шприц в теплообменник со средой при нормальных условиях, т. е. при температуре 0°C (сосуд с водой в которой плавает лед).

В цилиндр зайдет вода ΔV и газ займет объем:

$$V_2 = V_1 - \Delta V \quad (2).$$

Уравнение 2 подставим в 1, получим:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2 - \Delta V}{T_2} \quad (3).$$

Из уравнения 3 находим температуру теплообменника с горячей средой T_1 :

$$T_1 = \frac{V_1 \cdot T_2}{V_1 - \Delta V} \quad (4).$$

Обозначим V_1 через $V_{\text{г}}$, T_1 через $T_{\text{г}}$, T_2 через $T_{\text{х}}$, тогда уравнение 4 примет вид:

$$T_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma} \cdot T_x}{V_{\Gamma} - \Delta V} \quad (5)$$

V_{Γ} , и ΔV определяются по шкале шприца, $T_x = 273 \text{ K}$.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов и вычислений.

| Определить | | | Вычислить | |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| T_x | V_{Γ} | ΔV | V_x | T_{Γ} |
| K | м^3 | м^3 | м^3 | K |
| | | | | |

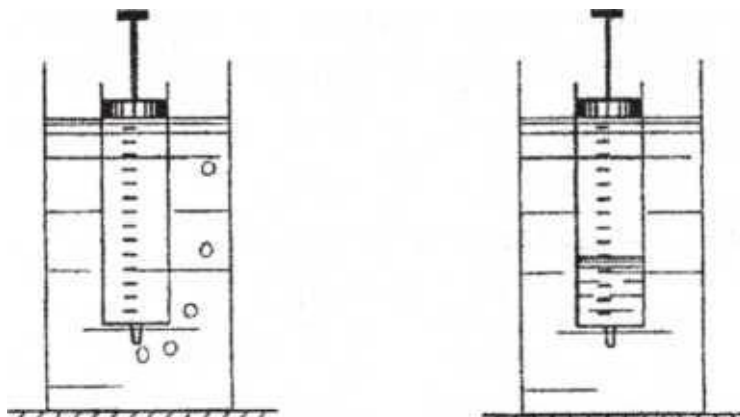
2. Определить цену деления шприца.

3. Приготовить два стакана с водой: один стакан с теплой водой, другой с водой, в котором плавает лед.

4. Поршень шприца вывести на наибольший объем цилиндра.

5. Шприц погрузить в стакан с горячей водой (рис. 1) и подождать пока из цилиндра выйдет излишек воздуха. Оставшийся в цилиндре воздух, соответствующий объему газа в горячей среде, определить по шкале шприца. Данные занесите в таблицу.

6. Заглушить патрубок шприца и перенести шприц в стакан с ледяной водой (рис. 2). Подумать над тем, почему вода заходит в цилиндр? Объем воды ΔV , вошедшей в цилиндр, определить по шкале шприца. Результат записать в таблицу.

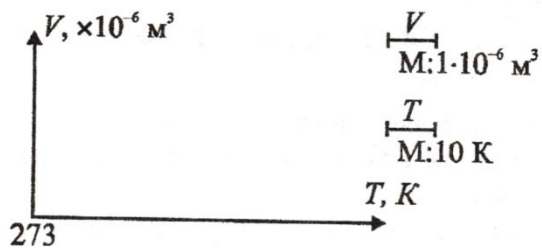


7. Вычислить объем воздуха в цилиндре при температуре 0°C .

8. Вычислить температуру горячей воды по формуле 5.

9. Вычислить отношение объема газа к его температуре для двух состояний и сравнить результаты между собой. Все вычисления занести в таблицу.

10. Построить график зависимости объема газа от температуры при постоянном давлении.



11. Из сделанной работы сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что явилось причиной подъема воды в шприце при охлаждении его?
2. Определите массу воды, которая вошла в шприц.
3. Чем объяснить, что пустая пластиковая бутылка, плотно закрытая пробкой, деформируется при понижении температуры?

Полезное напоминание

Когда говорят о шкале Кельвина и формуле Томсона, то речь идет об одном и том же ученом.

Лабораторная работа № 9

Определение коэффициента полезного действия электрического нагревателя

Цель работы:

Научиться практически определять тепловую отдачу электрического нагревателя любого типа.

Оборудование и средства измерения:

Электрический нагреватель¹, сосуд для кипячения воды, вода, термометр, секундомер (часы), справочник по физике.

¹ Эл. кипятильник, эл. кофейник, эл. чайник и т.д.

Содержание и метод выполнения работы:

Коэффициент полезного действия нагревателя связан соотношением:

$$\text{К.П.Д.} = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_3} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $Q_{\text{п}}$ — количество теплоты, которое пошло на нагревание жидкости (полезная теплота) и определяется по формуле

$$Q_{\text{п}} = c \cdot m(t_2 - t_1) \text{ или } Q_{\text{п}} = c \cdot m(T_2 - T_1) \quad (2),$$

где c — удельная теплоемкость жидкости,

m — масса жидкости, которую кипятят,

T_1 — начальная температура жидкости,

T_2 — конечная температура жидкости,

Q_3 — количество теплоты, которую выделяет нагреватель (затраченная теплота) и определяется по формуле:

$$Q_3 = P \cdot t \quad (3),$$

где P — мощность электрического нагревателя,

t — интервал времени, за который закипела жидкость.

Уравнение 2 и 3 подставим в 1, получим:

$$\text{К.П.Д.} = \frac{c \cdot m(T_2 - T_1)}{P \cdot t} \cdot 100\% \quad (4).$$

Массу жидкости выразим через формулу:

$$m = \rho \cdot V \quad (5),$$

где ρ — плотность жидкости,

V — объем жидкости, налитый для кипячения.

Уравнение 5 подставим в 4, получим:

$$\text{К.П.Д.} = \frac{c \cdot \rho \cdot V (T_2 - T_1)}{P \cdot t} \cdot 100\%$$

Мощность электрического нагревателя определяется по паспортным данным, указанным на приборе. Время, за которое закипит жидкость, определяется часами. Удельная теплоемкость и плотность жидкости определяются по справочнику.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов, определяемых в ходе работы.

| Определить | | | | | | | Вычислить |
|--|--------------------------------|--------------|-------|-------|-----|-----|-----------|
| C_v | ρ_v | V_v | T_1 | T_2 | P | t | К.П.Д. |
| $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ | $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | м^3 | К | К | Вт | с | % |
| | | | | | | | |

2. Занести в таблицу справочные данные удельной теплоемкости и плотности воды.

3. Записать в таблицу номинальную мощность электрического нагревателя, указанную на приборе.

4. В сосуд для кипячения воды налить определенный объем воды. Занести данные в таблицу.

**Обращаясь с электрическим нагревателем
и горячей водой**

БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ!

5. Определить начальную температуру воды. Результат занести в таблицу.

6. Включить нагреватель одновременно с секундомером (часами).

7. Остановить секундомер (часы) в момент бурного кипения воды. Время, за которое закипела вода, занести в таблицу.

8. Вычислить К.П.Д. электрического нагревателя и результат занести в таблицу.

9. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерения используя метод границ.

10. Учитывая потери энергии сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Увеличится или уменьшится К.П.Д. электрического чайника, если на его стенках появилась накипь (отложение солей)?

2. Зависит ли К.П.Д. электрического чайника от того открыт он или закрыт?

Полезный совет

Воспользуйтесь двумя-тремя вставленными один в другой, одноразовыми пластмассовыми стаканчиками, и вы получите эффективный калориметр.

Лабораторная работа № 10

Измерение емкости плоского конденсатора

Цель работы:

Научиться определять:

- а) емкость самодельного конденсатора;
- б) максимальный заряд, который получает конденсатор при его зарядке;
- в) энергию, накопленную конденсатором в процессе зарядки.

Оборудование и средства измерения:

Две металлические пластины прямоугольной формы (фольга от банок типа “Фанта”); два различных диэлектрика, площадь, которых соответствует площади пластин; масштабная линейка, штангенциркуль.

Содержание и метод выполнения работы:

Две плоские металлические пластины, расположенные параллельно и разделенные слоем диэлектрика, образуют плоский конденсатор.

Емкость такого конденсатора определяется по формуле:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d} \quad (1)$$

где ϵ_0 — электрическая постоянная,

ϵ — диэлектрическая проницаемость,

S — площадь пластин,

d — расстояние между обкладками конденсатора.

Площадь пластин определяют по формуле:

$$S = a \cdot b \quad (2).$$

Стороны измеряют линейкой, толщину диэлектрика d измеряют штангенциркулем.

Уравнение 2 подставим в уравнение 1, получим:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot a \cdot b}{d} \quad (3)$$

При зарядке конденсатор накапливает электрический заряд и энергию. Энергия электрического поля заряженного конденсатора вычисляется по формуле:

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} \quad (4).$$

Максимальный заряд накопленный на обкладках конденсатора выражается формулой:

$$q = \frac{2W}{U} \quad (5).$$

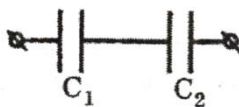


Рис. 1

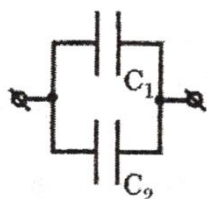


Рис. 2

На практике конденсаторы соединяют последовательно (рис. 1) и параллельно (рис. 2).

Для последовательного соединения общая емкость вычисляется по формуле:

$$C_0 = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (6).$$

Для параллельного соединения общая емкость вычисляется по формуле:

$$C_0 = C_1 + C_2 \quad (7).$$

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов вычислений и измерений.

| Определить | | | | Вычислить |
|---------------|-----|-----|-----|-----------|
| ε | a | b | d | C |
| - | m | m | m | Φ |
| | | | | |

2. Определить по справочнику диэлектрические проницаемости диэлектриков 1 и 2. Значения занести в таблицу.
3. Определить параметры металлических пластин. Данные занести в таблицу.
4. Определить толщину диэлектриков. Результат записать в таблицу.
5. Вычислить емкость конденсатора с диэлектриком 1 и 2. Полученные вычисления занести в таблицу.
6. Вычислить запасенную энергию конденсатором, если на него подать напряжение $U = 4-10$ В. Оформить в виде задачи.
7. Вычислить максимальный заряд накопленный на конденсаторе. Оформить в виде задачи.
8. Вычислить общую емкость двух конденсаторов соединенных:
 - а) последовательно;
 - б) параллельно.
 Оформить в виде задачи.
9. Проанализировать работу и сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Плоский воздушный конденсатор зарядили до напряжения U и отключили. Останется ли разность потенциалов на пластинах прежней, если их раздвинуть?
2. Будет ли одинаковой энергия плоского воздушного конденсатора, если его заряжать погруженным в керосин? Заряжать не погружая в керосин?

Справочные данные диэлектрических проницаемостей:

| | | | |
|------------|---------|----------------|-------|
| Бумага | 2.0-2.5 | Стекло | 7 |
| Гетинакс | 3.5-6.5 | Текстолит | 7 |
| Дерево | 2.2-3.7 | Целлулоид | 4.1 |
| Парафин | 2.2 | Плексиглас | 3.3 |
| Воск | 2.5-3.0 | Стекловолокнит | 5-7 |
| Полиэтилен | 2.2-2.3 | Полихлорвинил | 3-5 |
| Резина | 2.6-3.0 | Слюда | 4.5-8 |
| Смола | 1.6-2.6 | | |

А вам слабо!

Ученица 10 класса, из букв слова КОНДЕНСАТОР, составила 160 слов имен существительного, единственного числа.

Лабораторная работа № 11
Измерение температурного коэффициента
сопротивления меди

Цель работы:

1. Исследовать зависимость сопротивления металла от температуры.
2. Определить температурный коэффициент сопротивления меди.
3. Усвоить характер зависимости сопротивления металла от температуры через графическое представление.

Оборудование и средства измерения:

Прибор для измерения температурного коэффициента сопротивления меди, омметр, термометр, сосуд со снегом (льдом), сосуд с горячей водой (один на класс), справочник физических величин.

Содержание и метод выполнения работы:

Лабораторная работа выполняется с помощью самодельного прибора, представляющего собой калориметр, на внутреннем сосуде которого намотано 250-300 витков медного провода в эмалевой изоляции, диаметром 0,25 мм. К концам полученной катушки припаяны гибкие проводники с наконечниками.

Температурный коэффициент сопротивления металла определяется по формуле:

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot t^\circ) \Rightarrow \alpha = \frac{R - R_0}{R_0 \cdot t^\circ}$$

где R_0 — сопротивление металлического проводника при $t^\circ = 0^\circ \text{C}$,
 R — сопротивление проводника при $t^\circ \text{C}$.

R_0 и R измеряются омметром.

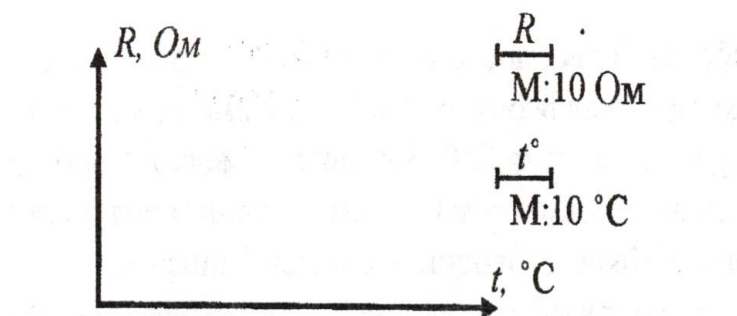
Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов вычислений и измерений.

| Определить | | | Вычислить |
|------------|------------------|-----|-----------------------|
| R_0 | t° | R | α |
| Ом | $^\circ\text{C}$ | Ом | $^\circ\text{C}^{-1}$ |
| | | | |

2. Внутренний сосуд прибора заполнить тающим снегом (льдом). Сопротивление катушки замерить омметром.
3. Вылить смесь из калориметра.
4. Во внутренний сосуд прибора налить горячей воды. Замерить ее температуру и определить сопротивление катушки. Результат замера занести в таблицу.
5. Вычислить температурный коэффициент сопротивления меди. Результат занести в таблицу.
6. Оценить абсолютную и относительную погрешности измерений методом границ.
7. Сравнить результат эксперимента с табличным.

8. Построить график зависимости сопротивления металла от температуры:



9. По результатам работы сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. По графику определить сопротивление проводника при $t^\circ = 50^\circ\text{C}$?
2. Зависимость удельного электрического сопротивления металлов от температуры выражается формулой:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t^\circ).$$

Вывести эту формулу.

Полезный совет

Если нижнюю часть пустой бутылочки из-под горчицы отрезать, то сразу получится две воронки: большая и малая.

Лабораторная работа № 12
Проверка односторонней проводимости
полупроводникового диода

Цель работы:

Опытным путем установить одностороннюю проводимость полупроводникового диода и решить ряд практических задач.

Оборудование и средства измерения:

Полупроводниковый диод типа Д226 с припаянными к нему гибкими проводами — 2 шт., лампа накаливания типа МН на 1,5-3,5 В — 2 шт., источник постоянного тока НС 1,5-4,5 В, омметр, ключ, проводники.

Содержание и метод выполнения работы:

Полупроводники, в которых ток создается движением электронов, называют полупроводниками n-типа (от лат. negativ—отрицательный), а полупроводники, в которых ток обусловлен движением дырок, — полупроводниками p-типа (от лат. positiv — положительный).

Из полупроводников n- и p-типа изготавливают радиодетали, называемые диодами и транзисторами. В данной работе мы будем изучать одностороннюю проводимость диода.

Область диода, содержащая избыток “дырок” (полупроводник (p-типа), носит название анод, а область с избыточным числом электронов (полупроводник n-типа) — катод. Границу раздела между этими областями называют p-n переходом. Сопротивление p-n перехода значительно зависит от способа включения диода в электрическую цепь; диод пропускает ток только в одном направлении — от анода к катоду.

Указания к выполнению работы

1. Записать в тетради паспортные данные диода.
2. Измерить прямое сопротивление диода, прикоснувшись щетками омметра к выводам диода так, чтобы через диод мог проходить электрический ток. Записать результат замера.
3. Измерить и записать обратное сопротивление диода (если прямое сопротивление мало — до сотен омов, а обратное велико — до сотен килоомов или мегаомов, то можно сделать заключение, что выводы диода целы и между ними нет короткого замыкания).
4. Собрать цепь по схеме (рис. 1. а. и 1. б) и сделать вывод.

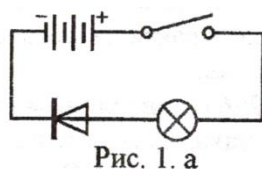


Рис. 1. а

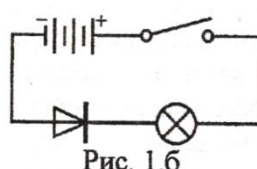


Рис. 1. б

5. Собрать цепь по схеме (рис. 2). Замкнуть цепь и описать наблюдаемое. Указать путь тока.

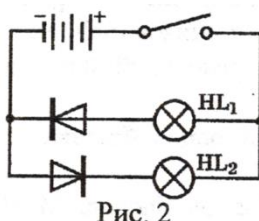


Рис. 2

6. Собрать цепь по схеме (рис. 3). Описать наблюдаемый эффект после замыкания ключа. Указать путь тока.

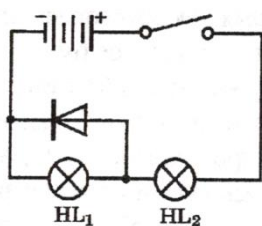


Рис. 3

7. Собрать цепь по схеме (рис. 4). На схеме показать путь тока. Обосновать наблюдаемое после замыкания ключа.

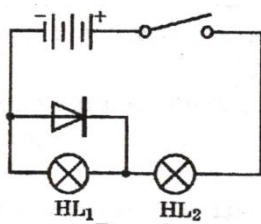


Рис. 4

Контрольные вопросы

1. Почему при измерении прямого тока в диоде все соединения должны иметь хорошие контакты?
2. Какова область применения диодов?

Смешинка из тетради

Тема лабораторной работы: проверка потусторонней проводимости полупроводникового диода.

Лабораторная работа № 13

Изучение электромагнитной индукции

Цель работы:

Изучить явление электромагнитной индукции, исследуя индукционные токи от магнитов и проводников с токами.

Оборудование и средства измерения:

Проволочная катушка (моток) — 2 шт., полосовой магнит — 2 шт., стальной стержень, гальванометр (микроамперметр), источник постоянного тока 1,5-6 В, ключ, соединительные провода.

Содержание и метод выполнения работы:

Повторить один из источников информации:

Электромагнитная индукция — физическое явление, заключающееся в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции проходящего через поверхность, ограниченную этим контуром.

Электрический ток, возникающий при электрической индукции, называется индукционным.

Указания к выполнению работы

1. Исследовать условия при которых наблюдается явление электромагнитной индукции.

Опыт 1

Две катушки расположить одну над другой так, чтобы их оси лежали на одной прямой (рис. 1).

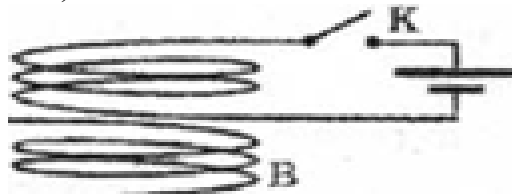


Рис. 1

Катушку А соединить через ключ с источником постоянного тока, а катушку В — с гальванометром.

Понаблюдать за гальванометром в момент:

- а) включения тока в катушке А;
- б) при неизменном токе в катушке А;
- в) выключения тока в катушке А.

Свои наблюдения описать.

Опыт 2

Вставить в катушки А и В стальной стержень и повторить первый опыт. Наблюдения записать.

Опыт 3

Установить постоянный ток в катушке А (замкнуть ключ). Теперь удалять и приближать ее к катушке В. Наблюдения записать.

Опыт 4

Повторить опыт три, увеличив скорость движения катушки А. Записать наблюдаемый эффект.

Опыт 5

Вместо катушки А взять магнит и пронаблюдать моменты:

- а) магнит движется относительно неподвижной катушки В;
- б) движется катушка В относительно неподвижного магнита;
- в) магнит неподвижен относительно катушки;
- г) магнит движется относительно разомкнутого контура В. Сформулировать вывод из наблюдаемого.

2. Исследовать условия при которых устанавливается зависимость направления индукционного тока в контуре.

Опыт 6

Наблюдения:

- а) магнит, южным полюсом, ввести во внутрь катушки;
- б) вывести магнит из катушки;
- в) магнит, северным полюсом, ввести во внутрь катушки В и вывести.

3. Из наблюдаемого сделать вывод.

Контрольные вопросы

- 1. Используя второй магнит, докажите, что величина индукционного тока зависит от модуля вектора магнитной индукции.
- 2. Будет ли возникать индукционный ток в контуре В, если его подвергнуть деформации (опыты 1- 6)?

Слово магнит ...!?

Магнит – камень из Магнесии, древнего города в Малой Азии, который притягивает железо, сталь.

Лабораторная работа № 14
Определение параметров колебательного движения
маятника и его координаты по графику гармонических
колебаний

Цель работы:

1. Научиться производить запись графика незатухающих механических колебаний.
2. По осциллограмме определять и вычислять параметры и координату характеризующие колебательное движение.

Оборудование и средства измерения:

Осциллограф самодельный, чистая бумажная лента, миллиметровая линейка, карандаш, секундомер.

Содержание и метод выполнения работы:

Колебательные движения любого вида характеризуются следующими параметрами: периодом, амплитудой смещения, начальной фазой.

В данной работе рассмотрим случай, когда на колебательную систему действует внешняя сила, изменяющаяся по гармоническому закону, т.е. совершаются вынужденные колебания. График гармонического колебания имеет вид (рис. 1).

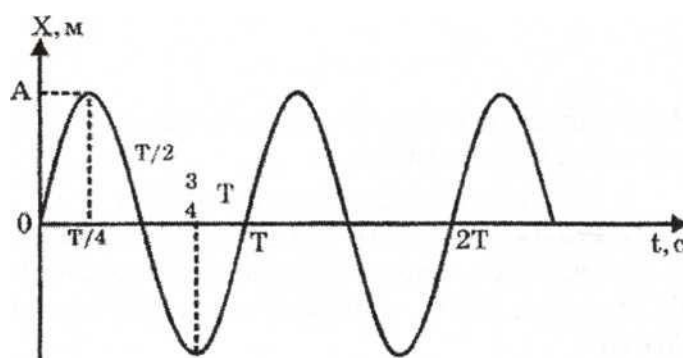


Рис. 1

Такие колебания характеризуются постоянством амплитуды и периодом. Уравнение гармонического колебания выражается формулой:

$$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (1),$$

где x - мгновенное значение смещения,

A - амплитуда смещения,

$\omega t + \varphi_0$ - фазовый угол или фаза,

φ_0 - начальная фаза колебания,

ω — циклическая частота.

Если $\varphi_0 = 0$, то $\varphi = \omega t$ и уравнение 1 примет вид:

$$x = A \cdot \sin \omega t \quad (2).$$

Циклическая частота ω связана с периодом колебания T и частотой колебания ν соотношениями:

$$\omega = 2\pi \nu \quad \text{и} \quad \omega = \frac{2\pi}{T},$$

тогда уравнение 2 запишется в такой форме:

$$x = A \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ или } x = A \cdot \sin 2\pi \nu t$$

Период колебания определяется из соотношения:

$$T = \frac{t}{N},$$

где N - число колебаний системы, t - время колебаний.

Частота ν определяет число колебаний, происходящих за 1 с, тогда

$$\nu = \frac{1}{T}$$

Зная параметры колебания, можно определить координату точки в любой момент времени.

Указания к выполнению работы.

1. Изготовить осциллограф и подготовить его к работе:

а) Поперек спичечного коробка сделать прорезь шириной 1-2 мм.

б) Нарезать полоски чистой бумаги шириной 35 мм и длиной 250-300 мм.

в) В длину, по середине бумажной ленты, провести прямую линию — ось времени, а поперек ленты - ось смещения.

г) Бумажную ленту, со стороны дна ящичка для спичек, вставить коробок (рис. 2).

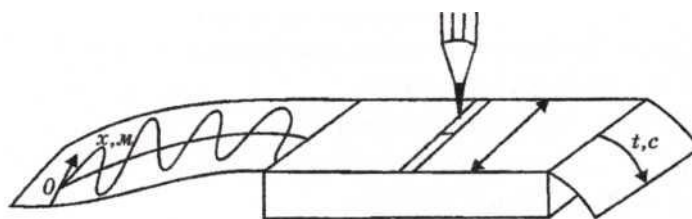


Рис. 2

Лента должна перемещаться свободно.

2. Подготовить таблицу для записи результатов исследований и вычислений.

| Определить | | | Вычислить | | |
|------------|-----|-----|-----------|-------|-----------------|
| t | N | A | T | ν | ω |
| c | - | m | c | $Гц$ | $\frac{рад}{с}$ |
| | | | | | |

3. Ось смещения на ленте совместить с прорезью в коробке. Карандаш поставить в точку отсчета 0.

4. Одновременно с движением карандаша по оси смещения (до упоров в коробке) равномерно протянуть бумажную ленту. Получить запись графика незатухающих механических колебаний. Время протяжки ленты в коробке отметить по секундомеру (часам).

5. Подсчитать по осциллограмме число полных колебаний. Данные занести в таблицу.

6. Вычислить параметры колебания: период, частоту и циклическую частоту. Результаты занести в таблицу.

7. По графику определить амплитудное смещение точки (тела). Результат зафиксировать в таблице.

8. Записать уравнение гармонического колебания, используя полученные параметры.

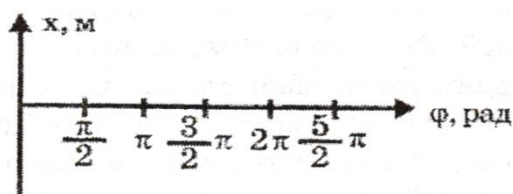
9. Определить координату x за время $t = \frac{T}{8}$.

10. Из проделанной работы сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Дать пояснение к вопросу: “Зависит ли частота и период свободных колебаний от свойств колебательной системы?”

2. Построить график зависимости координаты колебания от фазы.



3. Чему равна фаза колебания через $t = 8T$ (см. свой график).

Смешинка из тетради

Свободные колебания это такие колебания, которые совершаются свободно. Вынужденные колебания совершаются по нужде.