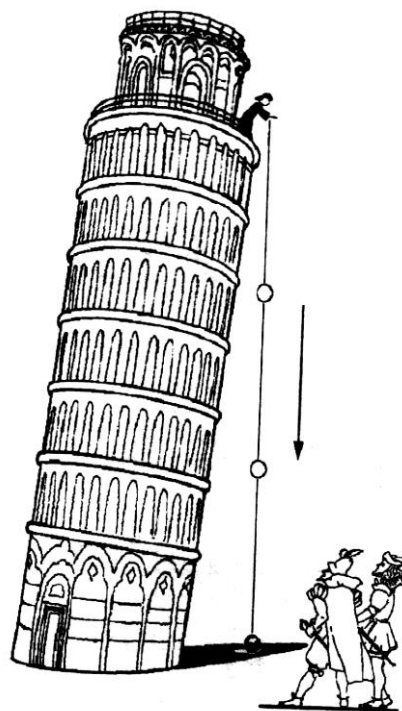
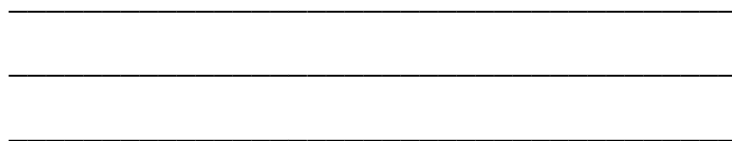


Фронтальные лабораторные работы по физике

10класс

Рабочая тетрадь



Рязань 2008

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

**Фронтальные
лабораторные работы
по физике**

10класс

Рабочая тетрадь

Рязань 2008

ББК 74.265.1

Е58

Рецензент: Б.С. Кирьяков, доктор педагогических наук, профессор кафедры общей и теоретической физики и методики преподавания физики РГУ имени С.А. Есенина.

Ельцов А.В.

ISBN 978–5–88006–569–1

Е58 Фронтальные лабораторные работы по физике. 10 класс : рабочая тетрадь для учащихся общеобразовательных учреждений / А.В. Ельцов, В.А. Степанов, Н.Б. Федорова, М.Н. Соловьева ; Ряз. гос. ун-т. – Рязань, 2008. – 52 с.

Авторами разработаны разноуровневые фронтальные лабораторные работы для учащихся 10 классов общеобразовательных учреждений в соответствии с базовой программой, рекомендованной Министерством образования Российской Федерации. Для каждой работы определена цель, приведен перечень оборудования, предложены задания для учащихся, указана последовательность выполнения эксперимента, задана форма представления результатов наблюдений и измерений в виде отчетных таблиц и графиков, сформулированы разноуровневые контрольные вопросы.

Работа соответствует требованиям обязательного минимума содержания среднего (полного) общего образования по физике и предназначена для учащихся 10 классов и учителей физики средних школ, лицеев и гимназий.

Ключевые слова: *физика, разноуровневые лабораторные работы, 10 класс.*

ББК 74.265.1

© Ельцов А.В., Степанов В.А., Федорова Н.Б.,
Соловьева М.Н., 2008

© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени
С.А. Есенина, 2008

ISBN 978-5-88006-569-1

Введение

Задания уровня «А» предназначены для учащихся, изучающих физику на базовом уровне в соответствии с новыми стандартами (2 часа в неделю), утвержденными Министерством образования и науки Российской Федерации.

Уровень «В» включает дополнительные задания (в основном по оценке погрешностей измерений) и может использоваться при увеличении времени на изучение физики.

Если ученик выполнил лабораторную работу соответственно уровню «А», успел разобраться с методами оценки погрешностей измерения (дома, при подготовке к лабораторной работе), то в оставшееся до конца урока время он может по своему желанию выполнить уровень «В».

Уровень «С» предназначен для учащихся изучающих физику на профильном уровне (5-6 часов в неделю)

В пособии приведены методы измерения физических величин и оценки погрешностей их измерений, знакомящие учащихся с абсолютной и относительной погрешностью; оценкой абсолютной погрешности прямых и косвенных измерений.

Предлагаемые лабораторные работы по усмотрению учителя можно выполнять: а) сразу после изучения данной темы; б) в конце учебной четверти (или полугодия); в) в конце учебного года (в форме физического практикума).

Данные работы могут быть выполнены на базе индивидуального рабочего места учащегося одним школьником, и не исключают традиционного варианта проведения лабораторных работ по физике в основной школе группами, состоящими из двух и более учеников в зависимости от комплектности имеющегося в школе оборудования.

Методика использования предлагаемого пособия может быть гибкой и не носит жесткого характера.

ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ

Измерить физическую величину - это значит с использованием специальных технических средств (средства измерения) найти опытным путем значение физической величины, а так же степень ее приближения к истинному значению, которое в принципе неизвестно.

Значение физической величины - это произведение отвлеченного числа на принятую для данной физической величины единицу измерения.

При всяком измерении физической величины ее сравнивают с однородной величиной, принятой за единицу (эталон). Сравнение с эталоном происходит косвенно. Например, массу тела мы сравниваем с массой гирь. При этом массы гирь не точно равны так называемым номинальным значениям, которое на них написано. В физике и технике не существует абсолютно точных приборов, следовательно, и нет абсолютно точных способов измерения.

В каждом измерении можно определить границу абсолютной погрешности измерений (с вероятностью, близкой к «1»). Граница абсолютной погрешности всегда величина положительная. Однако она не в полной мере характеризует измерение. Поэтому, чтобы охарактеризовать качество измерений пользуются относительной погрешностью, равной отношению границы абсолютной погрешности к значению измеряемой величины. Граница относительной погрешности измеряется в %.

Способ определения значения измеряемой величины и граница абсолютной погрешности измерений зависят от вида измерений. По виду измерения могут быть прямыми, косвенными или совместными.

Прямые - измерения, в которых результат находится непосредственно в процессе считывания со шкалы прибора.

Косвенные - измерения, в которых результат определяется на основе расчетов.

Совместные - измерения двух или нескольких одноименных величин, производимые одновременно с целью нахождения функциональной зависимости между ними.

В большинстве случаев измерения являются косвенными, когда результат определяется на основе расчетов. Существуют два правила для определения погрешности косвенных измерений:

если $f = x \cdot y$ или $f = x / y$, то $E_f = E_x + E_y$.

если $g = x \pm y$, то $\Delta g = \Delta x + \Delta y$.

Таблица для расчета косвенных измерений

| Вид функции | Абсолютная погрешность | Относительная погрешность |
|-----------------|--|---------------------------------------|
| $f = x \pm y$ | $\Delta f = \Delta x + \Delta y$ | $E = (\Delta x + \Delta y) / (x + y)$ |
| $f = x \cdot y$ | $\Delta f = x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x$ | $E = (\Delta x / x) + (\Delta y / y)$ |
| $f = x / y$ | $\Delta f = (x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x) / y^2$ | $E = (\Delta x / x) + (\Delta y / y)$ |
| $f = x^n$ | $\Delta f = x^{n-1} \cdot n \cdot \Delta x$ | $E = n \cdot (\Delta x / x)$ |
| $f = \sqrt{x}$ | $\Delta f = x / n \cdot \Delta x$ | $E = 1/n \cdot (\Delta x / x)$ |
| $f = \sin x$ | $\Delta f = \cos x \cdot \Delta x$ | $E = \text{ctg } x \cdot \Delta x$ |
| $f = 1/x + 1/y$ | $\Delta f = \Delta x / x^2 + \Delta y / y^2$ | $E = \Delta f / f$ |

Внимание! При оформлении фронтальных лабораторных работ необходимо учитывать и рассчитывать абсолютные и относительные погрешности. Для этого в каждой работе вводятся опоры для расчета погрешностей и записи ответа.

При прямых измерениях абсолютную погрешность рассчитывают путем сложения абсолютной инструментальной и абсолютной погрешности отсчета по формуле: $\Delta A = \Delta_u A + \Delta_o A$, где

$\Delta_u A$ - абсолютная инструментальная погрешность, зависящая от конструкции прибора;

$\Delta_o A$ - абсолютная погрешность отсчета, равная половине цены деления прибора.

Внимание! Значения абсолютных погрешностей средств измерений (приборов используемых при выполнении фронтальных лабораторных работ) приведены в таблице.

Таблица абсолютных погрешностей средств измерений

| Средства измерения | Предел измерения | Цена деления | Абс. INSTR. погреш. | Абс. погреш.отсч. |
|-----------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| | | | $\Delta_u A$ | $\Delta_o A$ |
| Линейка ученическая | 50 см | 1 мм | 1 мм | 0.5 мм |
| Линейка чертежная | 50 см | 1 мм | 0.2 мм | 0.5 мм |
| Стальная линейка | 20 см | 1 мм | 0.1 мм | 0.5 мм |
| Лента измерительная | 150 см | 0.5 см | 0.5 см | 0.25 см |
| Штангенциркуль | 150 мм | 0.1 мм | 0.05 мм | 0.05 мм |
| Измерительный цилиндр | 250 мл | 1 мл | 1 мл | 0.5 мл |
| Динамометр | 4 Н | 0.1 Н | 0.05 Н | 0.5 Н |
| Весы учебные | 200 г | | 0.01 г | |
| Секундомер | 0-30 мин | 0.2 с | 1 с за 30 минут | 0.2 с |
| Термометр | 0-100 C° | 1 C° | 1 C° | 0.5 C° |
| Амперметр | 2 А | 0.1 А | 0.05 А | 0.05 А |
| Вольтметр | 6 В | 0.2 В | 0.15 В | 0.1 В |

Относительную погрешность прямых измерений рассчитывают по формуле: $E = (\Delta A / A) \cdot 100 \%$, где

A - приближенное значение физической величины, то есть результат прямых или косвенных измерений.

Для косвенных измерений $\Delta A = A \cdot E'$, где $E' = E / 100\%$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ ТЕЛА

ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ

Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить ускорение, с которым шарик скатывается по наклонному желобу, научиться анализировать полученный результат.

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив с принадлежностями, металлический желоб, стальной шарик, секундомер, стальной цилиндр, измерительная лента.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 1 (верхний конец желоба должен быть на несколько сантиметров выше нижнего).

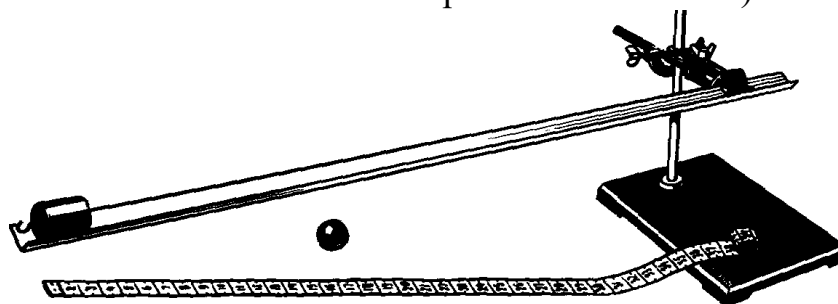


Рис. 1

2. Дождитесь, когда стрелка секундомера совпадет с нулевым делением.
3. Отпустите шарик и заметьте время t от начала движения до его удара о цилиндр, установленный в конце желоба.
4. Измерьте пройденное шариком расстояние S с помощью сантиметровой ленты.
5. Опыт повторите три - пять раз.

Замечание: чтобы повысить точность измерений, надо брать очень длинный желоб и провести несколько измерений, по результатам которых взять среднее значение для расчета ускорения.

6. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | t, c | $\Delta t, c$ | S, m | $\Delta S, m$ | $a, m/c^2$ | $\Delta a, m/c^2$ | $E a, \%$ |
|-----|--------|---------------|--------|---------------|------------|-------------------|-----------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | |

7. Вычислите ускорение, с которым шарик скатывался, по формуле:

$$a = 2S/t^2.$$

$$a_1 = 2S_1/t_1^2 = 2 \quad / \quad = \quad \text{м/с}^2.$$

$$a_2 = 2S_2/t_2^2 = 2 \quad / \quad = \quad \text{м/с}^2.$$

$$a_3 = 2S_3/t_3^2 = 2 \quad / \quad = \quad \text{м/с}^2.$$

8. Рассчитайте среднее значение ускорения по формуле:

$$a_{cp} = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 = \quad = \quad \text{м/с}^2.$$

9. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta S = \Delta_u S + \Delta_0 S, \quad \Delta_u S = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}, \quad \Delta_0 S = 0,25 \text{ см} = 0,0025 \text{ м}.$$

$$\Delta S = 0,0050 + 0,0025 = 0,0075 \text{ м}.$$

$$\Delta t = \Delta_{ot} + \Delta_{ut}, \quad \Delta_{ot} = 0,2 \text{ с}, \quad \Delta_{ut} = 1 \text{ с за } 30 \text{ минут}.$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ с}.$$

$$Ea = ((2 \Delta t / t_{cp}) + (\Delta S / S_{cp})) \cdot 100\% = (2 +) \cdot 100\% = + = \%$$

$$\Delta a = E'a \cdot a_{cp} = \cdot = \text{м/с}^2.$$

$$a = (a_{cp} \pm \Delta a) \text{ м/с}^2, \quad Ea = \dots\dots\dots\% - \text{общий вид ответа}.$$

$$a = (\pm) \text{ м/с}^2, \quad Ea = \dots\dots\dots\%.$$

10. Проанализировав полученные результаты, сделайте вывод.

Вывод: _____

Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить ускорение, с которым шарик скатывается по наклонному желобу, установить зависимость ускорения шарика от угла наклона желоба

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив с принадлежностями, металлический желоб, стальной шарик, секундомер, стальной цилиндр, измерительная лента.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 2.
2. Подберите уклон желоба таким образом, чтобы шарик скатывался по желобу за 3-4 с.

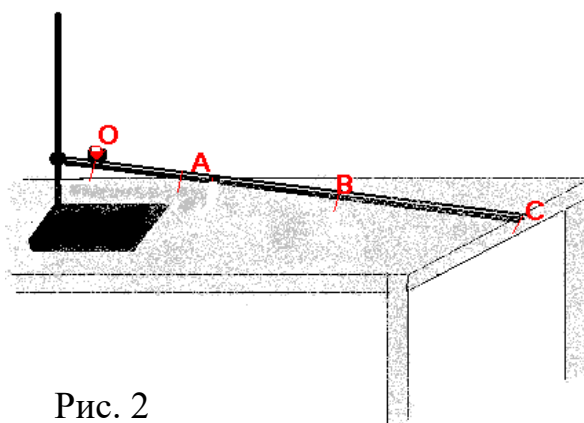


Рис. 2

3. Пустите шарик по желобу из точки O (см. рисунок 2) и заметьте через $1c$ место нахождения шарика в момент скатывания точку A .
4. Измерьте расстояние OA с помощью сантиметровой ленты.
5. Пустите шарик по желобу из точки O и заметьте положение его на наклонной плоскости через $2c$ после пуска.
6. Измерьте расстояние OB с помощью сантиметровой ленты.
7. Аналогично измерьте расстояние OC , которое шарик проходит по желобу за $3c$.
8. Измерьте расстояния OA , AB , BC с помощью сантиметровой ленты.
9. В точках O , A , B и C поставьте указатели.
10. Сделайте *вывод* о характере движения шарика по наклонной плоскости: _____
11. По измеренному расстоянию S (OC) рассчитайте ускорение шарика при его движении по наклонному желобу.
12. Опыт повторите три раз меняя угол наклона плоскости, по которой скатывается шарик от 10^0 до 45^0 .
13. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

Наклон плоскости к горизонту 10^0

| t, c | OA, m | AB, m | BC, m | OB, m | $S(OC), m$ |
|--------|---------|---------|---------|---------|------------|
| | | | | | |

| № | t, c | Δt, c | S, m | ΔS, m | a ₁ , м/с ² | Δa, м/с ² | E a, % |
|-----|------|-------|------|-------|-----------------------------------|----------------------|--------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | |

Наклон плоскости к горизонту 30^0

| t, c | OA, m | AB, m | BC, m | OB, m | $S(OC), m$ |
|--------|---------|---------|---------|---------|------------|
| | | | | | |

| № | t, c | Δt, c | S, m | ΔS, m | a ₂ , м/с ² | Δa, м/с ² | E a, % |
|-----|------|-------|------|-------|-----------------------------------|----------------------|--------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | |

Наклон плоскости к горизонту 45°

| | | | | | |
|--------|---------|---------|---------|---------|------------|
| t, c | $OA, м$ | $AB, м$ | $BC, м$ | $OB, м$ | $S(OC), м$ |
| | | | | | |

| № | t, c | Δt, c | S, м | ΔS, м | a _з , м/с ² | Δa, м/с ² | E a, % |
|-----|------|-------|------|-------|-----------------------------------|----------------------|--------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | |

14. Вычислите ускорение, с которым шарик скатывался, через средние значения по формуле: $a = 2S/t^2$.

(10°) $a_1 = 2S/t^2 = 2 \quad / \quad = \quad м/с^2.$

(30°) $a_2 = 2S/t^2 = 2 \quad / \quad = \quad м/с^2.$

(45°) $a_3 = 2S/t^2 = 2 \quad / \quad = \quad м/с^2.$

15. Рассчитайте среднее значение среднего ускорения по формуле

$$a_{cp} = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 = \quad = \quad м/с^2.$$

16. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta S = \Delta_u S + \Delta_0 S, \quad \Delta_u S = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}, \quad \Delta_0 S = 0,25 \text{ см} = 0,0025 \text{ м}.$$

$$\Delta S = 0,0050 + 0,0025 = 0,0075 \text{ м}.$$

$$\Delta t = \Delta_{ot} + \Delta_{ut}, \quad \Delta_{ot} = 0,2 \text{ с}, \quad \Delta_{ut} = 1 \text{ с за } 30 \text{ минут}.$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ с}.$$

$$Ea = ((2 \Delta t / t_{cp}) + (\Delta S / S_{cp})) \cdot 100\% = (2 \quad + \quad) \cdot 100\% = \quad + \quad = \quad \%$$

$$\Delta a = E'a \cdot a_{cp} = \quad \cdot \quad = \quad м/с^2.$$

$$a = (a_{cp} \pm \Delta a) \text{ м/с}^2, \quad Ea = \dots\dots\dots\% - \text{общий вид ответа}.$$

$$a = (\quad \pm \quad) \text{ м/с}^2, \quad Ea = \quad \%$$

17. Результаты измерений и вычисления сравните и сделайте вывод о зависимости ускорения от угла наклона плоскости.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какое движение называется равнопеременным? Приведите пример равноускоренного движения. _____

2. Чем равноускоренное движение отличается от равнозамедленного?

3. С каким ускорением падают все тела вблизи поверхности Земли? _____

4. Что нужно знать для того, чтобы вычислить координату тела в любой момент времени при его прямолинейном равноускоренном движении? _____

5. *Сделайте математический вывод формулы ускорения, с помощью которого рассчитано ускорение в данной работе.* _____

6. *Два поезда идут навстречу друг другу: один - ускоренно на север, другой - замедленно на юг. Как направлены ускорения поездов?* _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО

Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить движение тела, брошенного горизонтально.

ОБОРУДОВАНИЕ: 1 - стальной шарик, 2 - дугообразный желоб, 3 - доска, 4 - штатив, 5 - лист белой бумаги 300x40мм, 6 - копировальная бумага 300x40мм, 7 - лист белой бумаги 200x300мм, 8 - пенал, ученическая линейка, сантиметровая лента.

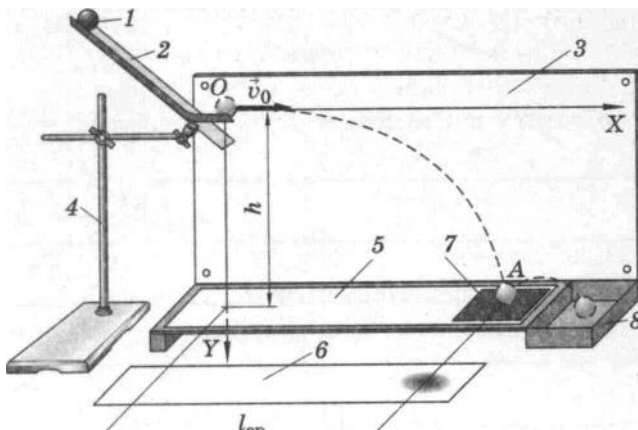


Рис. 1

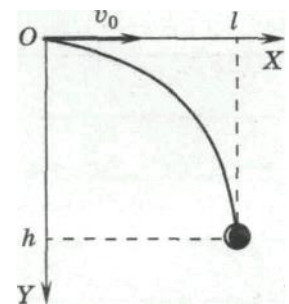


Рис 2

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 1.
2. Пустите шарик по желобу три раза (с разных высот).
3. Измерьте с помощью сантиметровой ленты высоту бросания h и дальность полета шарика L .
4. Полученные кривые необходимо исследовать. Они представляют собой параболы, так как центр массы шарика двигался равноускоренно под действием постоянных сил тяжести, упругости и трения.
5. Исследования проводите графически. С этой целью из начала траектории проведите при помощи линейки горизонтальную прямую и прямую, перпендикулярную ей (см. рис. 2)
6. Рассчитайте ускорение свободного падения по формуле: $h = gt^2/2$, тогда $g = 2h/t^2$.
 $g_1 = 2h_1/t_1^2 = 2 \quad / \quad = \quad м/с^2$.
 $g_2 = 2h_2/t_2^2 = 2 \quad / \quad = \quad м/с^2$.
 $g_3 = 2h_3/t_3^2 = 2 \quad / \quad = \quad м/с^2$.
7. Рассчитайте среднее значение ускорения свободного падения по формуле: $g_{cp.} = (g_1 + g_2 + g_3) / 3 = \quad = \quad м/с^2$.

8. По результатам эксперимента рассчитайте среднее значение начальной

скорость шарика по формуле: $g_0 = L_{cp} \sqrt{\frac{g_{cp}}{2h_{cp}}} = \sqrt{\frac{\cdot}{\cdot}} = \text{ м/с.}$

9. Результаты измерений и расчетов занесите в таблицу.

| № | $h, \text{ м}$ | $L, \text{ м}$ | $t, \text{ с}$ | $\Delta t, \text{ с}$ | $\Delta h, \text{ м}$ | $g, \text{ м/с}^2$ | $\Delta g, \text{ м/с}^2$ | $E_g, \%$ | $v_0, \text{ м/с}$ |
|-----|----------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | | | |

10. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta h = \Delta_0 h + \Delta_u h, \quad \Delta_u h = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}, \quad \Delta_0 h = 0,25 \text{ см} = 0,0025 \text{ м.}$$

$$\Delta h = 0,0050 + 0,0025 = 0,0075 \text{ м.}$$

$$\Delta t = \Delta_0 t + \Delta_u t, \quad \Delta_0 t = 0,2 \text{ с}, \quad \Delta_u t = 1 \text{ с за } 30 \text{ минут.}$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ с.}$$

$$E_g = ((\Delta h / h_{cp}) + (2 \Delta t / t_{cp})) \cdot 100\% = (\quad + 2 \quad) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta g = E'_g \cdot g_{cp} = \quad \cdot \quad = \quad \text{ м/с}^2.$$

$$g = (g_{cp} \pm \Delta g) \text{ м/с}^2, \quad E_g = \dots \quad \% \text{ - общий вид ответа.}$$

$$g = (\quad \pm \quad) \text{ м/с}^2, \quad E_g = \quad \%$$

11. Проанализировав полученный результат, сделайте вывод, сравнив его с табличным значением ускорения свободного падения на Земле в средних широтах $g = 9,83 \text{ м/с}^2$.

Вывод: _____

Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: сравнить реальную баллистическую траекторию шарика с расчетной.

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив, динамометр, шарик с отверстием, линейка.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Запишите систему уравнений, описывающую движение шарика брошенного горизонтально.

$$x(t) =$$

$$y(t) =$$

$$g_x =$$

$$g_y =$$

2. Выразите время движения шарика через скорость и дальность полета

$$t = -$$

3. Запишите уравнение траектории движения шарика $y(x)$ заменив время в уравнении $y(t)$. Получится уравнение параболы.

$$y(x) =$$

4. Используя уравнения: $x = g_0 t$ и $y = \frac{gt^2}{2}$, определив начальную скорость из уровня «А,В», найдите координаты x и y шарика через каждые $0,05c$.

$$x_1 = g_0 t_1 =$$

$$x_2 = g_0 t_2 =$$

$$x_3 = g_0 t_3 =$$

$$x_4 = g_0 t_4 =$$

$$x_5 = g_0 t_5 =$$

5. Постройте расчетную траекторию движения шарика, пользуясь данными таблицы, в которой координата y уже подсчитана.

| | | | | | |
|--------|---|-------|-------|------|-------|
| t, c | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,2 |
| Y, m | 0 | 0,012 | 0,049 | 0,11 | 0,196 |
| X, m | | | | | |



6. Пустите шарик по желобу, чтобы сравнить его реальную баллистическую траекторию с расчетной пользуясь установкой изображенной на рисунке 1.

7. Проанализировав результат, сделайте вывод.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как вычислить дальность полета тела при горизонтальной стрельбе, зная начальную скорость и высоту бросания? _____

2. Какие силы оказывают действие на шарик брошенный в горизонтальном направлении? _____

3. Как изменится дальность полета тела, если увеличить скорость бросания в n раз? _____

4. Как сила сопротивления воздуха влияет на баллистическое движение и на максимальную дальность полета снаряда и пули? _____

5. Почему при баллистическом движении тело по горизонтали движется равномерно, а по вертикали ускоренно? _____

6. Почему бомбы, сброшенные с горизонтально летящего самолета, не падают вертикально вниз? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПРУЖИНЫ

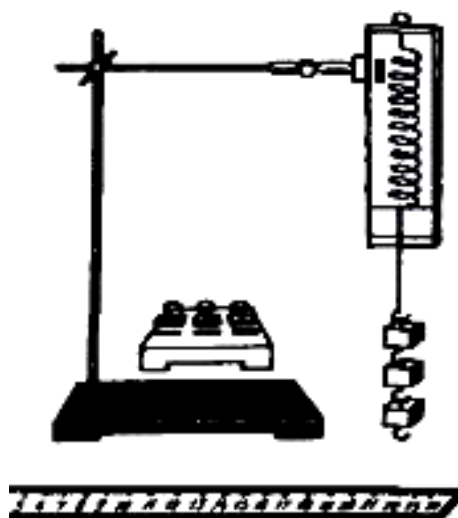
Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить жесткость пружины школьного динамометра.

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив с муфтой и лапкой, спиральная пружина, набор грузов, миллиметровая бумага, линейка, динамометр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Укрепите динамометр так, как показано на рисунке.
2. На шкале динамометра укрепите миллиметровую бумагу.
3. Отметьте начальное положение стрелки динамометра.
4. Подвесьте к пружине груз массой 100г и отметьте вновь положение стрелки.
5. Подвешивая грузы массой 200г , 300г и 400г отмечайте положение стрелки динамометра.
6. Измерьте линейкой расстояние (удлинение пружины) между соседними нанесенными вами штрихами Δl .
7. Опыт повторите три раза.
8. Рассчитайте численное значение жесткости пружины по выведенной формуле: $F_{тяж} = F_{упр}$, $mg = k \cdot \Delta l$, $k = mg / |\Delta l|$.



$$k_1 = m_1 g / |\Delta l_1| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м.}$$

$$k_2 = m_2 g / |\Delta l_2| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м.}$$

$$k_3 = m_3 g / |\Delta l_3| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м.}$$

9. Найдите среднее значение жесткости пружины k по формуле:

$$k_{cp} = (k_1 + k_2 + k_3) / 3 = \quad = \quad \text{Н/м.}$$

10. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | m, кг | Δm, кг | g, м/с ² | l, м | Δl , м | k, Н/м | Δk, Н/м | E _k , % |
|-----|-------|--------|---------------------|------|--------|--------|---------|--------------------|
| 1 | | | 9,83 | | | | | |
| 2 | | | 9,83 | | | | | |
| 3 | | | 9,83 | | | | | |
| Ср. | | | 9,83 | | | | | |

11. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta l = \Delta_{ol} + \Delta_{ul}, \quad \Delta_{ol} = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}, \quad \Delta_{ul} = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}.$$

$$\Delta l = 0,0005 + 0,001 = 0,0015 \text{ м}.$$

$$\Delta m = \Delta_{om} + \Delta_{um}, \quad \Delta_{um} = 0,01 \text{ г} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ кг}, \quad \Delta_{om} = \text{-----}$$

$$\Delta m = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

$$E_k = ((\Delta m / m_{cp}) + (\Delta l / |\Delta l_{cp}|)) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta k = E'_k \cdot k_{cp} = \quad \cdot \quad = \quad \text{Н/м}.$$

$$k = (k_{cp} \pm \Delta k) \text{ Н/м}, \quad E_k = \text{.....} \% \text{ - общий вид ответа.}$$

$$k = (\quad \pm \quad) \text{ Н/м}, \quad E_k = \quad \%$$

12. Проанализировав полученный результат, сделайте вывод, сравнив полученное значение с табличным значением жесткости для данного материала.

Вывод: _____

Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить жесткость системы пружин школьного динамометра.

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив с муфтой и лапкой, спиральные пружины разной жесткости – 2 шт., набор грузов, миллиметровая бумага, линейка, динамометр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, соединив два динамометра имеющие разные жесткости пружин параллельно.
2. Отметьте начальное положение стрелок динамометров.
3. Подвесьте к системе пружин груз массой 100г и отметьте вновь положение стрелки.
4. Подвешивая грузы массой 200г, 300г и 400г отмечайте положение стрелок динамометров.
5. Измерьте линейкой расстояние (удлинение пружины) между соседними нанесенными вами штрихами Δl .
6. Рассчитайте численное значение жесткостей пружин по формуле:
 $k = mg / |\Delta l|$
 $k_1 = m_1 g / |\Delta l_1| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м}.$
 $k_2 = m_1 g / |\Delta l_2| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м}.$
7. Выведите формулу и рассчитайте жесткость системы пружин соединенных параллельно.

8. Соберите установку, соединив два динамометра имеющие разные жесткости пружин последовательно.
9. Отметьте начальное положение стрелок динамометров.
10. Подвесьте к системе пружин груз массой 100г и отметьте вновь положение стрелки.
11. Подвешивая грузы массой 200г , 300г и 400г отмечайте положение стрелок динамометров.
12. Измерьте линейкой расстояние (удлинение пружины) между соседними нанесенными вами штрихами Δl .
13. Рассчитайте численное значение жесткостей пружин по формуле:
 $k = mg / |\Delta l|$.
 $k_1 = m_1 g / |\Delta l_1| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м.}$
 $k_2 = m_1 g / |\Delta l_2| = \quad / \quad = \quad \text{Н/м.}$
14. Выведите формулу и рассчитайте жесткость системы пружин соединенных последовательно.

15. Сравните результаты, полученные при выполнении заданий, сделайте вывод, обосновав полученные результаты.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Запишите закон Гука и объясните, что означает знак « - » в законе?

2. Приведите примеры использования деформации растяжения и сжатия?

3. Почему нельзя нагружать динамометр грузом, сила тяжести которого превышает предел измерения прибора? _____

4. Какова природа силы упругости? _____

5. В каких случаях возникает сила упругости? _____

6. Каким образом можно определить жесткость пружины динамометра, не нагружая его? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

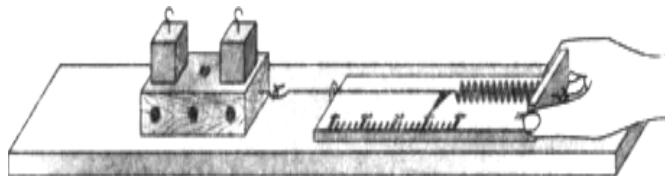
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить коэффициент трения скольжения деревянного бруска по деревянной поверхности.

ОБОРУДОВАНИЕ: брусок деревянный с крючком, трибометр, динамометр, набор грузов, штатив.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:



1. Положите деревянный брусок на горизонтально расположенный трибометр и, нагрузив его сначала одним грузом, потом двумя, а затем и тремя грузами, тяните динамометр по возможности равномерно вдоль трибометра (см. рисунок). Таким образом, измерьте силу тяги, равную силе трения $F_{тр} = F_{тяг}$.
2. Затем взвесьте брусок и грузы на динамометре и определите силу нормального давления N .
3. *Опыт повторите три раза.*
4. Рассчитайте коэффициент трения μ , как отношение силы трения к силе нормального давления по формуле: $\mu = F_{тр} / N$.
 $\mu_1 = F_{тр1} / N = \quad / \quad = \quad .$
 $\mu_2 = F_{тр2} / N = \quad / \quad = \quad .$
 $\mu_3 = F_{тр3} / N = \quad / \quad = \quad .$
5. Рассчитайте среднее значение коэффициента трения скольжения μ по формуле: $\mu_{ср} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) / 3 = \quad = \quad .$
6. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | $F_{тр}, Н$ | $\Delta F, Н$ | $m, кг$ | $\Delta m, кг$ | $g, м/с^2$ | $N, Н$ | μ | $\Delta \mu$ | $E_{\mu}, \%$ |
|-----|-------------|---------------|---------|----------------|------------|--------|-------|--------------|---------------|
| 1 | | | | | 9,83 | | | | |
| 2 | | | | | 9,83 | | | | |
| 3 | | | | | 9,83 | | | | |
| Ср. | | | | | 9,83 | | | | |

7. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta F = \Delta_0 F + \Delta_u F, \quad \Delta_0 F = 0,05 Н, \quad \Delta_u F = 0,05 Н.$$
$$\Delta F = 0,05 + 0,05 = 0,1 Н .$$

$$\Delta m = \Delta_{0m} + \Delta_{um}, \quad \Delta_{um} = 0,01 \text{ г} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ кг}, \quad \Delta_{0m} = \text{-----}$$

$$\Delta m = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

$$E_{\mu} = ((\Delta F / F_{cp, mp}) + (\Delta m / m_{cp})) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta \mu = E'_{\mu} \cdot \mu_{cp} = \quad \cdot \quad = \quad .$$

$$\mu = (\mu_{cp} \pm \Delta \mu), \quad E_{\mu} = \text{.....} \% \text{ - общий вид ответа.}$$

$$\mu_{cp} = (\quad \pm \quad), \quad E_{\mu} = \quad \%$$

8. Проанализировав полученный результат, сделайте *вывод*, сравнив его с табличным значением коэффициента трения скольжения дерева по дереву $\mu = 0,25$.

Вывод: _____

PS: Постройте график зависимости силы трения $F_{тр}$ от силы нормального давления N и по графику рассчитайте численное значение коэффициента трения скольжения $\mu = F_{тр}/N$.



Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить зависимость коэффициента трения скольжения от площади соприкасающихся поверхностей и рода поверхности.

ОБОРУДОВАНИЕ: брусок деревянный с крючком, трибометр, динамометр, набор грузов, штатив, металлический лист, пластмассовый лист.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Прodelайте эксперимент, как в уровне «А, В», но установите брусок на деревянный трибометр меньшей гранью.
2. Нагрузите брусок сначала одним грузом, потом двумя, а затем и тремя грузами, тяните динамометр по возможности равномерно вдоль трибо-

метра. Таким образом, измеряют силу тяги, равную силе трения $F_{тр} = F_{тяги}$.

3. Затем взвесьте брусок и грузы на динамометре и определите силу нормального давления N .

4. Опыт повторите три раза.

5. Рассчитайте коэффициент трения μ , как отношение силы трения к силе нормального давления по формуле: $\mu = F_{тр} / N$.

$$\mu_1 = F_{тр1} / N = \quad / \quad = \quad .$$

$$\mu_2 = F_{тр2} / N = \quad / \quad = \quad .$$

$$\mu_3 = F_{тр3} / N = \quad / \quad = \quad .$$

6. Рассчитайте среднее значение коэффициента трения скольжения μ по формуле: $\mu_{ср} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) / 3 = \quad = \quad .$

7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | $F_{тр}, Н$ | $\Delta F, Н$ | $m, кг$ | $\Delta m, кг$ | $g, м/с^2$ | $N, Н$ | μ | $\Delta \mu$ | $E_\mu, \%$ |
|-----|-------------|---------------|---------|----------------|------------|--------|-------|--------------|-------------|
| 1 | | | | | 9,83 | | | | |
| 2 | | | | | 9,83 | | | | |
| 3 | | | | | 9,83 | | | | |
| Ср. | | | | | 9,83 | | | | |

8. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta F = \Delta_0 F + \Delta_u F, \quad \Delta_0 F = 0,05 Н, \quad \Delta_u F = 0,05 Н.$$

$$\Delta F = 0,05 + 0,05 = 0,1 Н.$$

$$\Delta m = \Delta_0 m + \Delta_u m, \quad \Delta_u m = 0,01 г = 0,01 \cdot 10^{-3} кг, \quad \Delta_0 m = \text{-----}$$

$$\Delta m = 0,01 \cdot 10^{-3} кг.$$

$$E_\mu = ((\Delta F / F_{ср, тр.}) + (\Delta m / m_{ср})) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta \mu = E'_\mu \cdot \mu_{ср} = \quad \cdot \quad = \quad .$$

$$\mu = (\mu_{ср} \pm \Delta \mu), \quad E_\mu = \text{.....} \% \text{ - общий вид ответа .}$$

$$\mu_{ср} = (\quad \pm \quad), \quad E_\mu = \quad \%$$

9. Проанализировав полученный результат, сделайте вывод, сравнив его с табличным значением коэффициента трения скольжения дерева по дереву $\mu = 0,25$.

Вывод: _____

10. Повторите эксперимент, как в задании 1, но установите брусок не на деревянный трибометр, а на металлическую и пластмассовую поверхности.

11. Нагрузите брусок двумя грузами и тяните динамометр по возможности равномерно вдоль трибометра. Таким образом, измерьте силу тяги, равную силе трения $F_{тр} = F_{тяги}$.

12. Затем взвесьте брусок и грузы на динамометре и определите силу нормального давления N .

13. Рассчитайте коэффициент трения μ , как отношение силы трения к силе нормального давления по формуле для различных соприкасающихся поверхностей:

$$\mu = F_{тр} / N$$

$$\mu_1 = F_{тр1} / N = \quad / \quad =$$

$$\mu_2 = F_{тр2} / N = \quad / \quad =$$

14. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | $F_{тр}, Н$ | $\Delta F, Н$ | $m, кг$ | $\Delta m, кг$ | $g, м/с^2$ | $N, Н$ | μ | $\Delta \mu$ | $E_\mu, \%$ | Соприкасающиеся поверхности |
|---|-------------|---------------|---------|----------------|------------|--------|-------|--------------|-------------|-----------------------------|
| 1 | | | | | 9,83 | | | | | Металл-дерево |
| 2 | | | | | 9,83 | | | | | Пластмасса-дерево |

15. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta F = \Delta_0 F + \Delta_u F, \quad \Delta_0 F = 0,05 Н, \quad \Delta_u F = 0,05 Н.$$

$$\Delta F = 0,05 + 0,05 = 0,1 Н.$$

$$\Delta m = \Delta_0 m + \Delta_u m, \quad \Delta_u m = 0,01 г = 0,01 \cdot 10^{-3} кг, \quad \Delta_0 m = \text{-----}$$

$$\Delta m = 0,01 \cdot 10^{-3} кг.$$

$$E_\mu = ((\Delta F / F_{ср, тр.}) + (\Delta m / m_{ср})) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = (\quad + \quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta \mu_1 = E'_\mu \cdot \mu_1 = \quad \cdot \quad =$$

$$\Delta \mu_2 = E'_\mu \cdot \mu_2 = \quad \cdot \quad =$$

$$\mu = (\mu_{ср} \pm \Delta \mu), \quad E_\mu = \quad \% \text{ - общий вид ответа.}$$

$$\mu_1 = (\quad \pm \quad), \quad E_\mu = \quad \% \text{ - металл - дерево.}$$

$$\mu_2 = (\quad \pm \quad), \quad E_\mu = \quad \% \text{ - пластмасса - дерево.}$$

16. Проанализировав полученный результат, сделайте вывод, сравнив его с табличным значением коэффициента трения скольжения дерева по дереву $\mu = 0,25$.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Проявлением какого взаимодействия - электромагнитного или гравитационного является сила трения _____

2. Зачем зимой задние колеса некоторых грузовых автомобилей перевязывают цепями? _____

3. Как изменится коэффициент трения, если между трущимися поверхностями нанести смазку? _____

4. Объясните, почему при буксовании колес тепловоза или автомобиля сила тяги значительно падает? _____

5. Приведите примеры проявления положительного и отрицательного проявления силы трения? _____

6. Какой угол составляет вектор силы трения скольжения с направлением скорости тела? _____

7. Брусок под действием динамометра перемещается по горизонтальной поверхности: а) равномерно, б) равноускоренно. В каком из этих случаев сила, с которой динамометр действует на брусок, равна по модулю силе трения?

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА

СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: сравнить изменения потенциальной энергии груза и потенциальной энергии пружины.

ОБОРУДОВАНИЕ: динамометр, линейка ученическая, набор грузов массой по 100г, штатив, прочная нить.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 1.

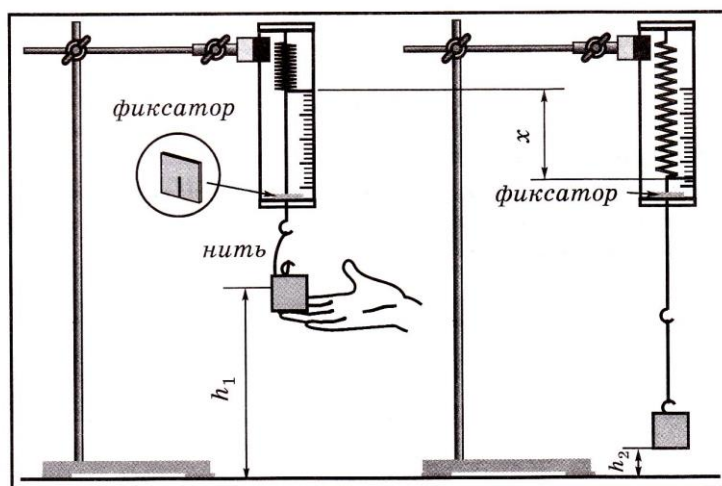


Рис.1

2. Привяжите груз на нити к крючку динамометра (длина нити 12-15см). Закрепите динамометр в зажиме штатива на такой высоте, чтобы груз, поднятый до крючка, при падении не доставал до стола.
3. Приподняв груз так, чтобы нить провисала, установите фиксатор на стержне динамометра вблизи ограничительной скобы.
4. Поднимите груз почти до крючка динамометра и измерьте высоту h_1 груза над столом (удобно измерять высоту, на которой находится нижняя грань груза).
5. Отпустите груз без толчка. Падая, груз растянёт пружину, и фиксатор переместится по стержню вверх. Затем, растянув рукой пружину так, чтобы фиксатор оказался у ограничительной скобы, измерьте F , x и h_2 .
6. Вычислите по формулам:
вес груза $P = mg =$

$$\text{увеличение потенциальной энергии пружины } E_{np} = \frac{Fx}{2} =$$

уменьшение потенциальной энергии груза $|\Delta E_{\text{сп}}| = P(h_1 - h_2) =$

7. Определите отношение $\frac{E_{\text{пр}}}{|\Delta E_{\text{сп}}|} =$

8. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

| № | $P, Н$ | $h_1, м$ | $h_2, м$ | $F, Н$ | $x, м$ | $ \Delta E_{\text{сп}} , Дж$ | $E_{\text{пр}}, Дж$ | $\frac{E_{\text{пр}}}{ \Delta E_{\text{сп}} }$ |
|-----|--------|----------|----------|--------|--------|------------------------------|---------------------|--|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | | |

9. Сравните полученное отношение с единицей и сделайте вывод: _____

Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить максимальную скорость груза, колеблющегося на пружине, с помощью закона сохранения энергии.

ОБОРУДОВАНИЕ: динамометр, линейка ученическая, набор грузов массой по 100г, штатив, войлок (мягкая ткань).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 2.

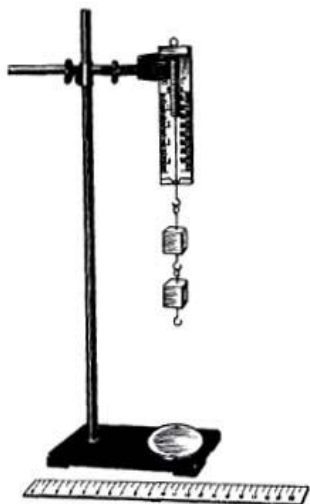


Рис. 2

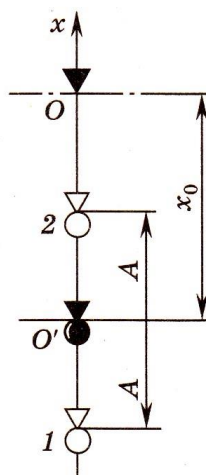


Рис. 3

2. Измерьте линейкой с миллиметровыми делениями статистическое смещение пружины x_0 (новое положение равновесия нижнего конца пружины динамометра) при подвешивании груза.

Внимание! Статистическое смещение характеризует новое положение равновесия O' нижнего конца пружины (см рис.3).

3. Абсолютную погрешность измерения статистического смещения Δx_0 принимают равной цене деления шкалы линейки.
4. Оттяните груз вниз на расстояние A (5-7см) от нового положения равновесия и отпустите его. Измерьте амплитуду колебаний A .
5. Абсолютную погрешность измерения амплитуды колебаний груза ΔA принимают равной цене деления шкалы линейки.

Внимание! Если груз оттянуть вниз на расстояние A от точки O' и отпустить в точке 1, то возникают периодические колебания груза. В точках 1 и 2, называемых точками поворота, груз останавливается, изменяя направление движения на противоположное. Поэтому в этих точках скорость груза равна нулю.

Скорость груза будет максимальной при прохождении им среднего положения O' , когда на него действуют постоянная сила тяжести и переменная сила упругости.

При колебании грузов наблюдайте периодическое изменение его скорости и превращение кинетической энергии в потенциальную упругой деформации. Превращение энергии происходит под действием двух сил: постоянной силы тяжести и переменной силы упругости.

Полная механическая энергия груза в произвольной точке, пренебрегая силами трения, складывается из его потенциальной и кинетической энергии.

6. Воспользовавшись законом сохранения энергии, выведите формулу для расчета максимальной скорости колеблющегося груза.

$$g_{\max} = A \sqrt{\frac{g}{x_0}} =$$

7. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

| $g, \text{ м/с}^2$ | $x_0, \text{ м}$ | $\Delta x_0, \text{ м}$ | $A, \text{ м}$ | $\Delta A, \text{ м}$ | $g, \text{ м/с}$ | $\Delta g, \text{ м/с}$ | $E_g, \%$ |
|--------------------|------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-----------|
| 9,83 | | | | | | | |

8. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta x_0 = \Delta_{\text{из}} x + \Delta_{\text{ох}}, \quad \Delta_{\text{ох}} = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}, \quad \Delta_{\text{из}} x = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м},$$

$$\Delta x_0 = 0,0005 + 0,001 = 0,0015 \text{ м}.$$

$$\Delta A = \Delta_{\text{из}} A + \Delta_{\text{оА}}, \quad \Delta_{\text{оА}} = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}, \quad \Delta_{\text{из}} A = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м},$$

$$\Delta A = 0,0005 + 0,001 = 0,0015 \text{ м}.$$

$$E_g = (\Delta A / A + 1/2 (\Delta x_0 / x_0)) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta g = E'_g \cdot g = \quad \cdot \quad = \quad \text{ м/с}.$$

$$g = (g \pm \Delta g) \text{ м/с}, \quad E_g = \dots\dots\% - \text{общий вид ответа}$$

$$g = (\quad \pm \quad) \text{ м/с}, \quad E_g = \quad \%$$

9. Проанализировав результаты, сделайте вывод.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. В чем состоит закон сохранения полной механической энергии?

2. Может ли потенциальная энергия быть отрицательной? _____

3. Как изменяется энергия тела при упругих деформациях? _____

4. Для чего рыболовы применяют удилица с тонкими упругими кольцами, а иногда привязывают леску к удилице при помощи резинки? _____

5. Почему трудно прыгнуть на берег с лодки, а такой же прыжок с теплохода легко осуществить? _____

6. Как следует бросить мяч на пол, чтобы он подпрыгнул выше уровня, с которого брошен? Удар считать упругим. _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

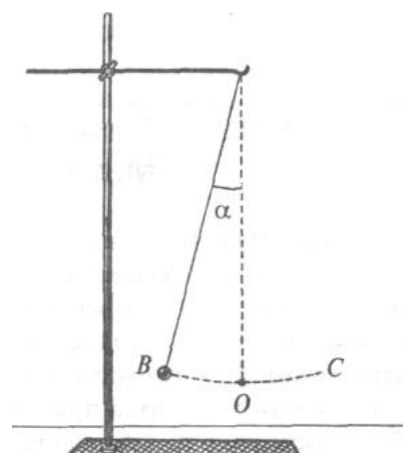
Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.

ОБОРУДОВАНИЕ: секундомер, измерительная лента, эбонитовый шарик с отверстием, длинная нить (не менее 1м), штатив с муфтой и лапкой.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Установите на краю стола штатив с муфтой и лапкой, как показано на рисунке.
2. У верхнего конца штатива укрепите лапку и к ней подвесьте шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3-5см от пола.
3. Измерьте длину нити L .
4. Отклоните маятник от положения равновесия на 5-8 см и отпустите его.
5. Измерьте время 40 полных колебаний шарика n .
6. Опыт повторите три раза, не меняя условий опыта.
7. Проанализировав вывод формулы ускорения свободного падения g через период колебаний математического маятника и рассчитайте ускорение свободного падения.
8. Период колебаний маятника можно рассчитать по формулам:



$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{и} \quad T=\frac{t}{n}, \quad \text{следовательно} \quad 4\pi^2\frac{L}{g}=\frac{t^2}{n^2}, \quad \text{тогда} \quad g=4\pi^2\frac{Ln^2}{t^2}.$$

$$g_1=4\pi^2\frac{Ln_1^2}{t_1^2} = \quad \quad \quad \text{м/с}^2.$$

$$g_2=4\pi^2\frac{Ln_2^2}{t_2^2} = \quad \quad \quad \text{м/с}^2.$$

$$g_3=4\pi^2\frac{Ln_3^2}{t_3^2} = \quad \quad \quad \text{м/с}^2.$$

9. Рассчитайте среднее значение ускорения свободного падения по формуле: $g_{cp} = (g_1+g_2+g_3)/3 = \quad \quad \quad \text{м/с}^2.$
10. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | $L, \text{м}$ | $t, \text{с}$ | n | $\Delta t, \text{с}$ | $\Delta L, \text{м}$ | $g, \text{м/с}^2$ | $\Delta g, \text{м/с}^2$ | $E_g, \%$ |
|---|---------------|---------------|-----|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|-----------|
| 1 | | | 40 | | | | | |
| 2 | | | 40 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|--|----|--|--|--|--|--|
| 3 | | | 40 | | | | | |
| Ср. | | | 40 | | | | | |

11. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta L = \Delta_u L + \Delta_o L, \quad \Delta_u L = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}, \quad \Delta_o L = 0,25 \text{ мм} = 0,00025 \text{ м},$$

$$\Delta L = 0,0005 + 0,00025 = 0,00075 \text{ м}.$$

$$\Delta t = \Delta_u t + \Delta_o t, \quad \Delta_u t = 1 \text{ с за } 30 \text{ минут}, \quad \Delta_o t = 0,2 \text{ с}$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ с}.$$

$$E_g = ((2 \Delta t / t_{cp}) + (\Delta L / L_{cp})) \cdot 100\% = (2 \quad + \quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta g = E^1_g \cdot g = \quad = \quad \text{м/с}^2.$$

$$g = (g_{cp} \pm \Delta g) \text{ м/с}^2, \quad E_g = \dots \quad \% \text{ - общий вид ответа}$$

$$g = (\quad \pm \quad) \text{ м/с}^2, \quad E_g = \quad \%$$

12. Проанализировав результат, сделайте *вывод*, сравнив полученный результат с табличным для ускорения свободного падения в средних широтах $g = 9,83 \text{ м/с}^2$.

Вывод: _____

Уровень «С».

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: установить зависимость ускорения свободного падения от сопротивления воздуха. Измерить ускорение свободного падения с помощью математического маятника и установить зависимость ускорения свободного падения от магнитного поля.

ОБОРУДОВАНИЕ: два круга - металлический (из тонкой жести) и бумажный (из картона) диаметром 8 см каждый, секундомер, измерительная лента, металлический шарик с отверстием, длинная нить (не менее 1 м), штатив с муфтой и лапкой, электромагнит.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Возьмите круги в руки и расположите их на одинаковой высоте над столом (приблизительно на высоте 1 м).
2. Одновременно отпустите круги и наблюдайте, что время падения кружков на стол разное. Почему? Ответ поясните. _____

3. Положите металлический круг на бумажный и, не разъединяя их, поднимите на прежнюю высоту. Отпустите. Почему круги упали одновременно? Ответ поясните. _____

4. Проанализируйте полученные результаты и сделайте *вывод* о зависимости ускорения свободного падения от сопротивления воздуха.

Вывод: _____

5. Выполните задания уровня «А, В», взяв металлический шарик, расположите его над электромагнитом.

6. Проанализировав результат, сделайте *вывод*, сравнив полученный результат с табличным для ускорения свободного падения в средних широтах $g=9,83\text{м/с}^2$.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие единицы измерений ускорения свободного падения вы знаете?

2. Каким условиям должны удовлетворять нить и груз математического маятника? _____

3. Зависит ли ускорение свободного падения от широты местности на Земле? _____

4. Зависит ли ускорение свободного падения от плотности и сопротивления воздуха? _____

5. Как изменяется период колебания математического маятника при увеличении его длины в 4 раза? _____

6. По какой траектории будет двигаться шарик математического маятника, если нить пережечь в тот момент, когда шарик проходит положение равновесия? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА

КОЛЕБЛЮЩЕГОСЯ НА ПРУЖИНЕ

Уровень «А, В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: познакомить учащихся с двумя способами измерения периода колебаний тела на пружине.

ОБОРУДОВАНИЕ: динамометр, линейка ученическая, набор грузов массой по 100г, штатив, секундомер.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке.
2. В штативе укрепите динамометр, к которому подвесьте грузы массой по 100 г.
3. Положение динамометра регулируйте так, чтобы при колебании грузов его подвижные части не касались шкалы, ограниченной скобой.
4. Измерьте модуль силы тяжести $F_{тяж}$, а так же деформацию пружины x .
5. Опыт повторите три раза для разных масс грузов.
6. Вычислите жесткость пружины k по формуле:

$$k = F_{тяж} / x .$$

$$k_1 = F_{тяж1} / x_1 = \quad / \quad = \quad Н/м.$$

$$k_2 = F_{тяж2} / x_2 = \quad / \quad = \quad Н/м.$$

$$k_3 = F_{тяж3} / x_3 = \quad / \quad = \quad Н/м.$$

7. Рассчитайте среднее значение жесткости пружины школьного динамометра по формуле: $k_{cp} = (k_1 + k_2 + k_3) / 3 = \quad / 3 = \quad Н/м.$
8. Вычислите период колебаний грузов на пружине по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{m/k}.$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{m_1/k_1} = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\quad / \quad} = \quad с.$$

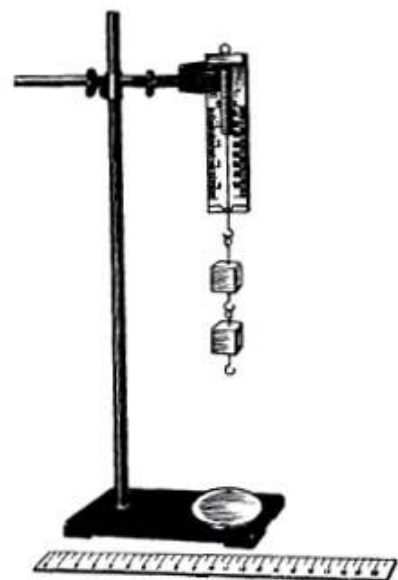
$$T_2 = 2\pi\sqrt{m_2/k_2} = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\quad / \quad} = \quad с.$$

$$T_3 = 2\pi\sqrt{m_3/k_3} = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\quad / \quad} = \quad с.$$

9. Рассчитайте среднее значение периода колебаний грузов на пружине по формуле: $T_{cp} = (T_1 + T_2 + T_3) / 3 = \quad / 3 = \quad с.$
10. Измерьте период колебаний тех же грузов, прикрепленных к динамометру, с помощью секундомера.
11. Выведите из равновесия систему грузов прикрепленных к динамометру, и заметьте время колебаний грузов t , а так же подсчитайте их число колебаний n .

12. Рассчитайте период колебаний по формуле: $T^l = t / n = \quad / \quad = \quad с.$

13. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.



| № | $F, Н$ | $\Delta F, Н$ | $x, м$ | $\Delta x, м$ | $m, кг$ | $\Delta m, кг$ | $k, Н/м$ | $t, с$ | n | $T, с$ | $T^l, с$ | $\Delta T, с$ | E_{T1} | E_{T2} |
|---|--------|---------------|--------|---------------|---------|----------------|----------|--------|-----|--------|----------|---------------|----------|----------|
|---|--------|---------------|--------|---------------|---------|----------------|----------|--------|-----|--------|----------|---------------|----------|----------|

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | % | % |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ср. | | | | | | | | | | | | | | | | |

14. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta F = \Delta_0 F + \Delta_u F, \quad \Delta_0 F = 0,05 \text{ Н}, \quad \Delta_u F = 0,05 \text{ Н}.$$

$$\Delta F = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ Н}.$$

$$\Delta x = \Delta_u x + \Delta_0 x, \quad \Delta_0 x = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}, \quad \Delta_u x = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м},$$

$$\Delta x = 0,0005 + 0,001 = 0,0015 \text{ м}.$$

$$\Delta m = \Delta_0 m + \Delta_u m, \quad \Delta_u m = 0,01 \text{ г} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ кг}, \quad \Delta_0 m = \text{-----},$$

$$\Delta m = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

$$E_{T_{ср.}} = (1/2 (\Delta m / m)) \cdot 100\% = (1/2(\quad)) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta T = E'_{T_{ср.}} \cdot T_{ср} = \quad \cdot \quad = \quad \text{с}.$$

$$T_{ср.} = (T_{ср.} \pm \Delta T) \text{ с}, \quad E_{T_{ср.}} = \text{.....}\% - \text{общий вид ответа}$$

$$T_{ср.} = (\quad \pm \quad) \text{ с}, \quad E_{T_1} = \quad \%$$

15. Проанализировав результаты, сделайте вывод.

Вывод: _____

Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: установить связь между максимальной скоростью пружинного маятника и периодом его колебаний.

ОБОРУДОВАНИЕ: динамометр, линейка ученическая, набор грузов массой по 100г, штатив, секундомер.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке.
2. В штативе укрепите динамометр, к которому подвесьте два груза массой по 100 г.
3. Оттяните грузы от положения равновесия и отпустите их.
4. Положение динамометра регулируйте так, чтобы при колебании грузов его подвижные части не касались шкалы, ограниченной скобой.

Внимание! В точках, в которых происходит остановка груза, изменяется направление его движения на противоположное и скорость груза становится равной нулю.

Внимание! Скорость груза будет максимальной при прохождении им среднего положения, когда на него действуют постоянная сила тяжести и переменная сила упругости.

5. Измерьте время колебания грузов t , а так же подсчитайте число их колебаний n .

6. Рассчитайте период колебаний по формуле: $T = \frac{t}{n} = \quad = \quad \text{с.}$

7. Выведите, пользуясь законом сохранения полной механической энергии уравнение для максимальной скорости груза колеблющегося на пружине.

$$g_{\max} = A \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

8. Воспользуйтесь формулой периода колебаний тела на пружине

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

9. Преобразуйте полученные формулы таким образом, чтобы удалось установить связь между максимальной скоростью тела колеблющегося на пружине и периодом его колебаний.

$$g_{\max} = A \frac{2\pi}{T}.$$

10. Воспользуйтесь формулой периода колебаний $T = \frac{t}{n}$ и преобразуйте полученную формулу для максимальной скорости. Получите формулу связи максимальной скорости, амплитуды, времени и числа колебаний тела на пружине: $g_{\max} = A \frac{2\pi n}{t}.$

11. Рассчитайте максимальную скорость груза колеблющегося на пружине

$$g_{\max} = A \frac{2\pi n}{t} = \quad = \quad \text{м/с.}$$

12. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| $A, \text{ м}$ | $\Delta A, \text{ м}$ | $t, \text{ с}$ | $\Delta t, \text{ с}$ | n | $T, \text{ с}$ | $g, \text{ м/с}$ | $\Delta g, \text{ м/с}$ | $E_g, \%$ |
|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-----|----------------|------------------|-------------------------|-----------|
| | | | | | | | | |

13. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta A = \Delta_u A + \Delta_o A, \quad \Delta_o A = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}, \quad \Delta_u A = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м},$$

$$\Delta A = 0,0005 + 0,001 = 0,0015 \text{ м.}$$

$$\Delta t = \Delta_u t + \Delta_o t, \quad \Delta_u t = 1 \text{ с за } 30 \text{ минут}, \quad \Delta_o t = 0,2 \text{ с}$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ с.}$$

$$E_g = ((\Delta A / A) + (\Delta t / t)) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta g = E' g \cdot g = \quad = \quad \text{м/с.}$$

$$g = (g \pm \Delta g) \text{ м/с}, \quad E_g = \dots\% - \text{общий вид ответа}$$

$$g = (\quad \pm \quad) \text{ м/с}, \quad E_g = \quad \%$$

14. Проанализировав результаты полученные при выполнении уровня «А,В» и уровня «С», сделайте вывод.

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Зависит ли период колебаний от массы колеблющегося тела? _____

2. Какое движение называется колебательным? Каково его отличие от других видов движения? _____

3. Каково назначение амортизаторов установленных у колес автомобиля? _____

4. Как определить жесткость пружины, используя колебания груза, подвешенного к ней известной массы? _____

5. Если использовать две одинаковые пружины и груз одной и той же массы, то, как изменится период колебаний тела на пружине, если вместо одной пружины использовать две пружины соединенные параллельно? _____

6. Зависит ли частота колебаний пружинного маятника от амплитуды колебаний? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ТЕПЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ МОЛЕКУЛ ГАЗА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: научиться решать экспериментальные задачи на определение средней квадратичной скорости теплового движения молекул газа.

ОБОРУДОВАНИЕ: термометр, таблица Д.И. Менделеева.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Измерьте температуру воздуха в классной комнате с помощью термометра $T = \quad ^\circ\text{C}$.
2. Воспользуйтесь таблицей «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева» и определите молярные массы азота, кислорода и углекислого газа, входящих в состав воздуха:
 $M(\text{He}) = \quad \text{кг/моль}$,
 $M(\text{O}_2) = \quad \text{кг/моль}$,
 $M(\text{CO}_2) = \quad \text{кг/моль}$.
3. Выведите формулу для расчета средней квадратичной скорости теплового движения молекул газа.

$$V = \sqrt{3kN_a T/M} \text{ или } V = \sqrt{i RT/M}, \text{ где}$$

V – модуль средней квадратичной скорости теплового движения молекул газа,

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ – постоянная Больцмана,

i – число степеней свободы,

$R = 8,31 \text{ Дж/моль К}$ – универсальная газовая постоянная,

M – молярная масса газа,

$T = \quad + 273 = \quad \text{К}$ – абсолютная температура газа.

4. Рассчитайте среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул выше перечисленных газов:

$$V(\text{He}) = \sqrt{3kN_a T/M} \quad (\text{He}) = \sqrt{\quad} \quad / \quad = \quad \text{м/с}^2, \quad i = 3$$

$$V(\text{O}_2) = \sqrt{5kN_a T/M} \quad (\text{O}_2) = \sqrt{\quad} \quad / \quad = \quad \text{м/с}^2, \quad i = 5$$

$$V(\text{CO}_2) = \sqrt{6kN_a T/M} \quad (\text{CO}_2) = \sqrt{\quad} \quad / \quad = \quad \text{м/с}^2, \quad i = 6$$

5. Проанализировав результат, сделайте вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как изменяется средняя квадратичная скорость движения молекул газа при увеличении температуры? _____

2. Если в одном конце комнаты пролить некоторое количество духов, то через несколько секунд запах будет ощущаться в другом конце комнаты. Не противоречит ли этот факт тому, что средняя скорость молекул газа при комнатной температуре больше скорости пули и составляет несколько сотен метров в секунду? _____

3. *Какие молекулы в атмосфере движутся быстрее и почему?* _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

НАБЛЮДЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕЛ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: убедить учащихся в существовании сил молекулярного взаимодействия в твердых и жидких телах.

ОБОРУДОВАНИЕ: стеклянные пластинки размером $75 \times 25 \times 1$ мм – 2 шт., химический стакан с водой, лист бумаги.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Тщательно протрите стеклянные пластинки бумагой.
2. Наложите стеклянные пластинки друг на друга и сожмите их так, чтобы увеличить число точек соприкосновения, как показано на рисунке 1.

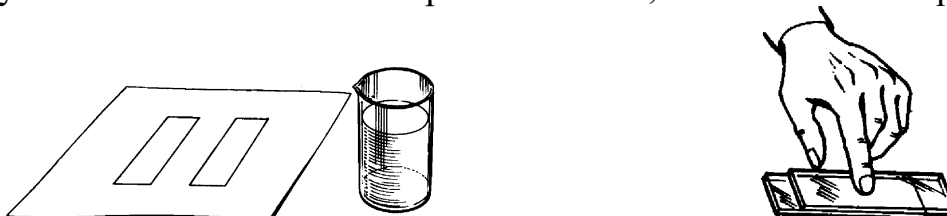


Рис. 1

3. Приподнимите верхнюю пластинку за выступающий край, как показано на рисунке 2.

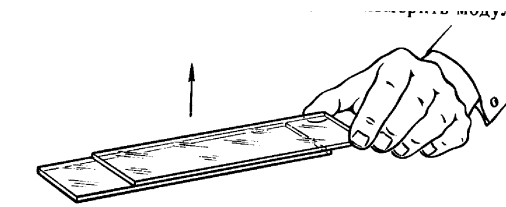


Рис. 2

4. Наложенными друг на друга пластинками и проведите их друг по другу вскользь.

Ответьте на вопросы:

1) Что вы обнаружили на опыте? _____

2) Сравните усилия, прикладываемые в обоих случаях? _____

3) Что подтверждает проведенный вами опыт? _____

5. Смочите одну пластинку водой и переверните ее таким образом, чтобы капли воды повисли на пластинке.

Ответьте на вопросы:

- 1) Что вы обнаружили на опыте? _____

- 2) Сравните силы взаимодействия между молекулами стекла в первом вашем опыте и между молекулами стекла и воды во втором опыте. В каком случае сила взаимодействия больше? _____

6. Пронаблюдайте слипание двух стеклянных пластинок, смоченных водой (повторите выполнение пунктов 2, 3 и 4).

Ответьте на вопросы:

- 1) Сравните усилия, прикладываемые к пластинам при выполнении опытов? _____

- 2) Каковы силы притяжения между молекулами воды и стекла?

- 3) В каком случае обнаруживаются наибольшие силы молекулярного взаимодействия? _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом осуществляется молекулярное взаимодействие тел?

2. Почему проявление силы сцепления между кусками металла показывают со свинцовыми цилиндрами, а не стальными?

3. Почему можно сварить сталь, только если куски стали нагреты до 90°C и соединив их по ним ударить? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10

ПРОВЕРКА УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ : проверить выполнимость соотношения

$$p_1 L_1 / T_1 = p_2 L_2 / T_2$$

ОБОРУДОВАНИЕ: стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8-10 мм, цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40-50 мм (мензурка) наполненный горячей водой ($t = 70-60^{\circ}$), стакан с водой комнатной температуры (20°C), термометр, барометр, ученическая линейка.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Измерьте длину узкой трубки – L_1 .

$$L_1 = \quad \text{м}$$

2. Заполните мензурку горячей водой, не доливая до верхнего ее края 8-10 см.

3. Опустите в мензурку стеклянную трубку открытым концом вниз, (запаянным концом вверх) на 3-5 минут, чтобы вышел излишек воздуха.

4. Определите температуру горячей воды в мензурке (первое состояние газа) с помощью термометра: $T_1 = 60-70^{\circ}\text{C} = \quad \text{K}$.

5. Измерьте высоту столба горячей воды – h_1 .

$$h_1 = \quad \text{м}.$$

6. Определите с помощью барометра атмосферное давление:

$$p_{\text{атм}} = \quad \text{мм.рт.ст.} = \quad \text{Па}$$

7. Рассчитайте давление столба горячей воды по формуле:

$$\Delta p_1 = \rho g h_1 = \quad = \quad \text{Па}$$

8. По результатам проведенных измерений рассчитайте давление воздуха в первом состоянии:

$$p_1 = \Delta p_1 + p_{\text{атм}} = \quad + \quad = \quad \text{Па}$$

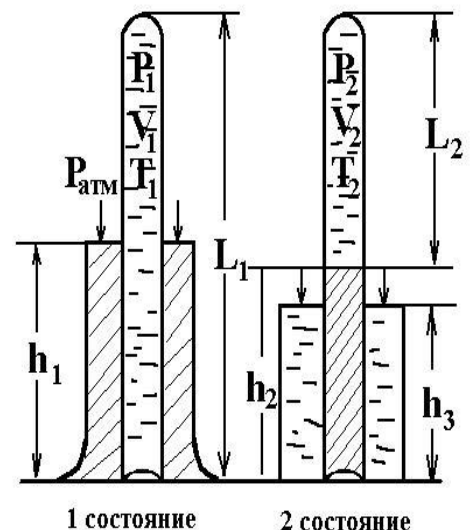
9. Перенесите тонкую трубку в стакан с холодной водой и ждите, пока вода будет втягиваться при остывании воздуха.

10. Определите температуру холодной воды в стакане с помощью термометра (второе состояние газа) $T_2 = 20^{\circ}\text{C} = \quad \text{K}$.

11. Измерьте высоту столба воды в трубке – h_2 и высоту холодной воды в стакане – h_3 .

$$h_2 = \quad \text{м}, \quad h_3 = \quad \text{м}.$$

12. Рассчитайте высоту воздушного столба в трубке – L_2 .



$$L_2 = L_1 - h_2 = \quad \text{м.}$$

13. Рассчитайте давление столба воды в трубке по формуле:

$$\Delta p_2 = \rho g h_2 = \quad = \quad \text{Па}$$

14. Рассчитайте давление воды в стакане по формуле:

$$p_3 = \rho g h_3 = \quad = \quad \text{Па.}$$

15. По результатам проведенных измерений рассчитайте давление воздуха во втором состоянии:

$$p_2 = p_{\text{атм}} - \Delta p_2 + p_3 = \quad - \quad + \quad = \quad \text{Па.}$$

16. Проверьте справедливость уравнения состояния идеального газа (закон Менделеева - Клапейрона) $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$. Приняв $V_1 = L_1 \cdot S$ и

$$V_2 = L_2 S, \text{ получится соотношение: } p_1 L_1 / T_1 = p_2 L_2 / T_2, \text{ где } C = p L / T.$$

$$C = p_1 L_1 / T_1 = p_2 L_2 / T_2, \text{ где } C = p L / T.$$

17. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| T_1, K | $L_1, м$ | $h_1, м$ | $p_{\text{атм}}, Па$ | $p_1, Па$ | $\Delta p_1 Па$ | $p_1 L_1 / T$ | T, K | $L, м$ | $P, Па$ |
|----------|----------|----------|----------------------|-----------|-----------------|---------------|--------|--------|---------|
| | | | | | | | | | |

| T_2, K | $L_2, м$ | $h_2, м$ | $p_{\text{атм}}, Па$ | $p_2, Па$ | $\Delta p_2 Па$ | $p_2 L_2 / T_2$ | $E, \%$ | ΔC |
|----------|----------|----------|----------------------|-----------|-----------------|-----------------|---------|------------|
| | | | | | | | | |

18. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta_u T + \Delta_o T, \quad \Delta_u T = 1 K, \quad \Delta_o T = 0,5 K,$$

$$\Delta T = 1 + 0,5 = 1,5 K.$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 = \Delta_u L + \Delta_o L, \quad \Delta_u L = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}, \quad \Delta_o L = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м},$$

$$\Delta L = 0,001 + 0,0005 = 0,0015 \text{ м.}$$

$$\Delta p = \Delta_u p + \Delta_o p, \quad \Delta_u p = 1 \text{ Па}, \quad \Delta_o p = 0,5 \text{ Па},$$

$$\Delta p = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ Па.}$$

$$E = (\Delta p / p_1 + \Delta L / L_1 + \Delta T / T_2) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta C = E' \cdot C = \quad =$$

19. Проанализировав результат, сделайте вывод о справедливости уравнения состояния идеального газа $p_1 V_1 / T_1 \pm \Delta C = p_2 V_2 / T_2 \pm \Delta C$,

$$\pm \quad = \quad \pm \quad .$$

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Почему баллоны со сжатым газом взрывоопасны, а трубы с водой под большим давлением не взрывоопасны? _____

2. Как изменяется сила, выталкивающая из воды воздушный пузырек, когда он поднимается на поверхность из водоема? _____

3. Почему из обычной бутылки, перевернутой вверх дном, вода выливается прерывистой струей (булькает), а из резиновой грелки – непрерывной струей? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11

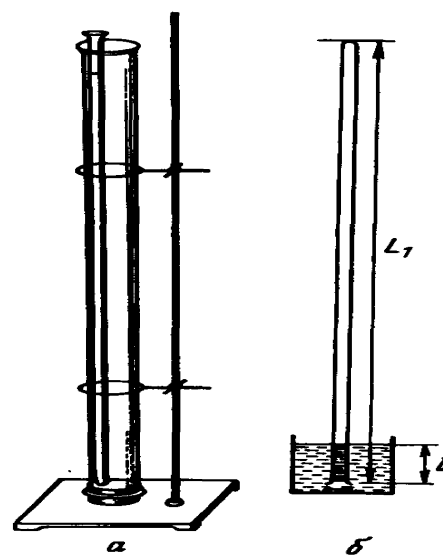
ОПЫТНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНА ГЕЙ-ЛЮССАКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проверка выполнимости закона Гей-Люссака для изобарного процесса, т.е. убедиться в выполнимости равенства $L_1/L_2 = T_1/T_2$

ОБОРУДОВАНИЕ: стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8-10 мм, цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40-50 мм (мензурка), наполненный горячей водой ($t = 70-60^\circ$), стакан с водой комнатной температуры (20°C), пластилин, линейка ученическая, термометр, барометр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке.
2. Измерьте длину узкой трубки – L_1 и определите объем воздуха в ней по формуле: $V_1 = L_1 S = \quad = \quad \text{мм}^3$.
3. Заполните мензурку горячей водой, недоливая до верхнего ее края 8-10 см.
4. Опустите в мензурку стеклянную трубку запаянным концом вниз, т.е. открытым концом вверх на 3-5 минут.
5. Определите температуру горячей воды в мензурке. В этом случае объем воздуха V_1 равен объему стеклянной трубки, а температура воздуха в ней – температуре горячей воды $T_1 = 60 - 70^\circ\text{C} = \quad \text{K}$ в первом состоянии газа.
6. Зажмите пальцем открытый конец узкой трубки, выньте ее из горячей воды и сразу же опустите в стакан с холодной водой запаянным концом вверх.
7. Осторожно под водой уберите палец и ждите, пока уровни воды в трубке и стакане не сравняются, как показано на рисунке (б), чтобы давление в трубке вновь стало равным атмосферному во втором состоянии. По мере охлаждения воздуха в трубке вода в ней будет подниматься. После прекращения подъема воды в трубке объем воздуха в ней станет равным $V_2 = S(L_1 - l) = L_2 S$, а давление $p = p_{\text{атм}} - \rho gh$, где $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды.
8. Определите с помощью барометр атмосферное давление $p_{\text{атм}} = \quad \text{мм.рт.ст.} = \quad \text{Па}$.
9. Измерьте высоту столба воды в узкой трубке – h с помощью линейки.
10. Определите объем воздуха: $V_2 = S(L_1 - l) = SL_2 = (\quad - \quad) = \quad \text{м}^3$,



при температуре воздуха в трубке – $T_2 = \quad ^\circ\text{C} = \quad \text{K}$.

11. Рассчитайте отношение объемов

$$V_1/V_2 = SL_1/SL_2 = L_1/L_2 = \quad / \quad = \quad .$$

12. Рассчитайте отношение температур $T_1/T_2 = \quad / \quad = \quad .$

13. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| $h, \text{мм}$ | $L_1, \text{мм}$ | $l, \text{мм}$ | $L_2, \text{мм}$ | T_1, K | T_2, K | $\Delta T, \text{K}$ | $\Delta L, \text{мм}$ | $E_L, \%$ | $E_T, \%$ | L_1/L_2 | T_1/T_2 |
|----------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | | | | | | | |

14. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta_u T + \Delta_o T, \quad \Delta_u T = 1\text{K}, \quad \Delta_o T = 0,5\text{K},$$

$$\Delta T = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ K}.$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 = \Delta_u L + \Delta_o L, \quad \Delta_u L = 1\text{мм} = 0,001 \text{ м}, \quad \Delta_o L = 0,5\text{мм} = 0,0005 \text{ м},$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 = 0,001 + 0,0005 = 0,0015 \text{ м}.$$

$$E_L = (\Delta L_1/L_1 + \Delta L_1/L_2) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%.$$

$$E_T = (\Delta T_1/T_1 + \Delta T_1/T_2) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%.$$

$$\Delta L = E'_L \cdot L_1 = \quad = \quad \text{мм}.$$

$$\Delta T = E'_T \cdot T_2 = \quad = \quad \text{K}.$$

15. Проанализировав результат, сделайте вывод о справедливости закона

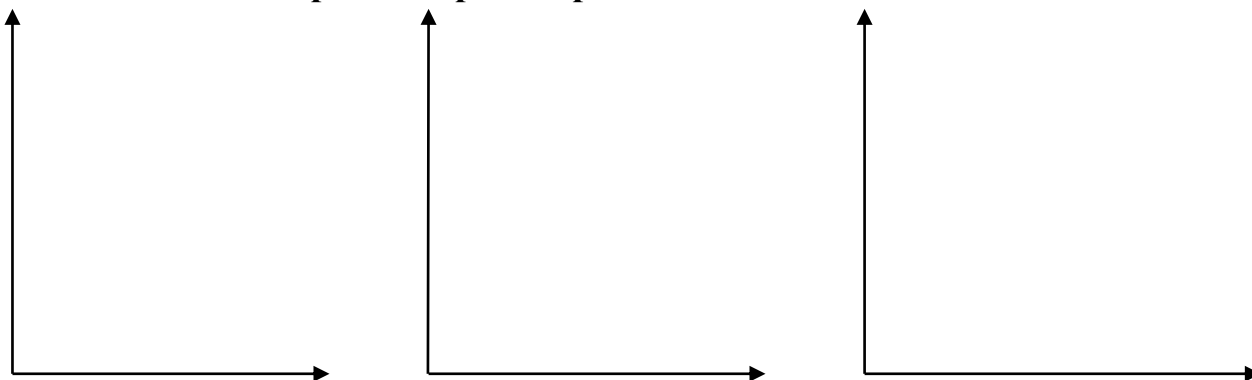
$$\text{Гей-Люссака и выполнимости отношения } L_1/L_2 \pm \Delta L = T_1/T_2 \pm \Delta T,$$

$$\pm \quad = \quad \pm$$

Вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Начертите график зависимости $p=f(T)$, $p=f(V)$, $V=f(T)$ для идеального газа при изобарном процессе.



2. Баллоны электрических ламп заполняют азотом при пониженном давлении и температуре. Почему именно при таких условиях?

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ

Уровень «А»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: экспериментально определить коэффициент поверхностного натяжения методом отрыва капель.

ОБОРУДОВАНИЕ: весы учебные, разновесы, клин измерительный, пипетка, штангенциркуль, стакан с водой.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. С помощью измерительного клина и штангенциркуля измерьте внутренний диаметр пипетки $d = \quad \text{мм} = \quad \text{м}$.
2. Измерьте массу пустого стакана $M_1 = \quad \text{г} = \quad \text{кг}$.
3. Накапайте в пустой стакан 20-30 капель воды и с помощью весов определите массу стакана с водой $M_2 = \quad \text{г} = \quad \text{кг}$.
4. Вычислите массу воды в стакане через разность масс стакана с водой и пустого стакана по формуле: $M = M_2 - M_1 = \quad - \quad = \quad \text{кг}$.

Внимание! Отрыв капли воды от пипетки происходит при выполнении равенства $mg = \sigma \pi d$.

5. Вычислите массу одной капли по формуле: $m = \frac{M}{N} = \quad = \quad \text{кг}$.

6. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma = \frac{mg}{\pi d} = \quad = \quad \text{Н/м}.$$

7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| $d, \text{ м}$ | n | $M, \text{ кг}$ | $m, \text{ кг}$ | $\sigma, \text{ Н/м}$ |
|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------------|
| | | | | |

8. Проанализировав результат сделайте вывод.

Вывод: _____

Уровень «В»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: экспериментально определить коэффициент поверхностного натяжения и его зависимость от температуры.

ОБОРУДОВАНИЕ: весы учебные, разновесы, пипетка, штангенциркуль, стакан с водой, термометр, иголка.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

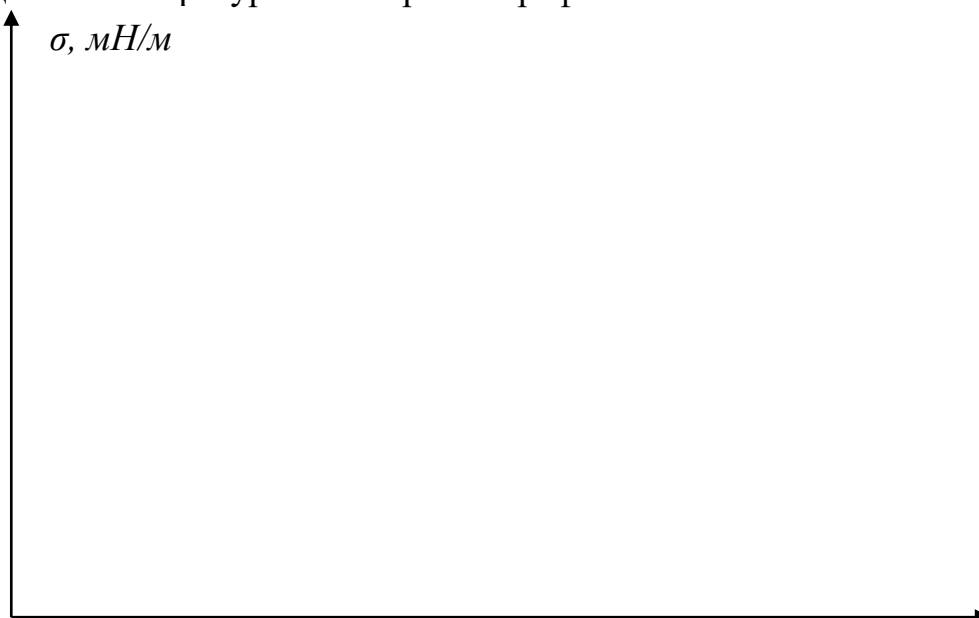
1. Измерьте температуру воды в стакане $t = \quad \text{ } ^\circ\text{C}$.
2. С помощью иглы и штангенциркуля измерьте внутренний диаметр пипетки вставив иглу до упора в пипетку $d = \quad \text{мм} = \quad \text{м}$.
3. Измерьте массу пустого стакана $M_1 = \quad \text{г} = \quad \text{кг}$.
4. Накапайте в пустой стакан *20-30 капель* воды и с помощью весов определите массу стакана с водой $M_2 = \quad \text{г} = \quad \text{кг}$.
5. Вычислите массу воды в стакане через разность масс стакана с водой и пустого стакана по формуле: $m = M_2 - M_1 = \quad - \quad = \quad \text{кг}$.
6. Вычислите массу одной капли по формуле: $m_0 = \frac{m}{N} = \quad = \quad \text{кг}$.
7. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma = \frac{m_0 g}{\pi d} = \quad = \quad \text{Н/м}$$

8. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

| № | $t, ^\circ\text{C}$ | $M_1, \text{г}$ | $M_2, \text{г}$ | $m, \text{г}$ | N | $m_0, \text{кг}$ | $d, \text{м}$ | $\sigma, \text{мН/м}$ |
|---|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----|------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |

9. Меняя температуру воды, опыт повторите три раза.
10. Установите зависимость коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры и постройте график.



11. Проанализировав результат сделайте вывод.

$t, ^\circ\text{C}$

Вывод: _____

Уровень «С»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить средний диаметр капилляров.

ОБОРУДОВАНИЕ: сосуд с подкрашенной водой, полоска фильтровальной бумаги размером 120x10мм, полоска хлопчатобумажной ткани размером 120x10мм, линейка ученическая.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Опустите одновременно полоски фильтровальной бумаги и хлопчатобумажной ткани в стакан с подкрашенной водой (см. рис. 1)
2. Как только прекратится подъем воды, выньте полоски и измерьте с помощью ученической линейки высоту поднятия воды:

$$h_1 = \quad \text{см} = \quad \text{м},$$

$$h_2 = \quad \text{см} = \quad \text{м}.$$

Внимание! Смачивающая жидкость втягивается внутрь капилляров. Подъем жидкости происходит до тех пор, пока результирующая сила, действующая на жидкость вверх F_σ не уравновесится силой тяжести mg столба жидкости высотой h .

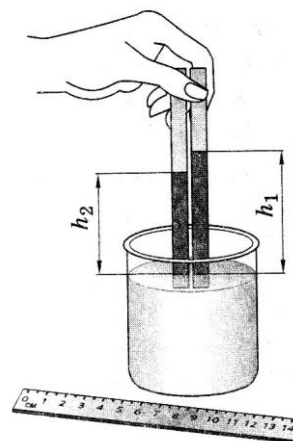


Рис. 1

Вывод формулы диаметра капилляра.

По третьему закону Ньютона $F_\sigma = F_{нов}$

При равновесии жидкости в капилляре $F_{нов} = mg$

Будем считать, что мениск имеет форму полусферы, радиус которой равен радиусу капилляра. Длина контура, ограничивающего поверхность жидкости, равна длине окружности: $l = 2\pi r$.

Сила поверхностного натяжения равна $F_{нов} = \sigma 2\pi r$.

Объем жидкости $V = \pi r^2 h$.

Масса столба жидкости $m = \rho V = \rho \pi r^2 h$.

Тогда равновесие жидкости в капилляре будет равно:

$F_{нов} = mg$, $\sigma 2\pi r = \rho \pi r^2 hg$, следовательно $2\sigma = \rho r hg$,

$$r = \frac{2\sigma}{\rho gh}.$$

Диаметр капилляра будет равен $D = 2r = \frac{4\sigma}{\rho gh}$.

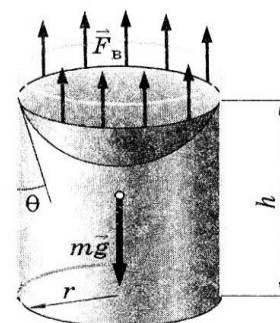


Рис.2

3. Рассчитайте диаметр капилляров по формуле:

$$D_1 = \frac{4\sigma}{\rho gh_1} = \quad = \quad \text{м}.$$

$$D_2 = \frac{4\sigma}{\rho gh_2} = \quad = \quad \text{м}.$$

4. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

| № | $\rho, \text{кг/м}^3$ | $g, \text{м/с}^2$ | $\sigma, \text{мН/м}$ | $\Delta\sigma, \text{мН/м}$ | $h, \text{м}$ | $\Delta h, \text{м}$ | $D, \text{м}$ | $\Delta D, \text{м}$ | $E_D, \%$ |
|---|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| 1 | 1000 | 9,83 | 0,073 | 0,0005 | | | | | |
| 2 | 1000 | 9,83 | 0,073 | 0,0005 | | | | | |

5. Рассчитайте абсолютные и относительные погрешности.

$$\Delta h = \Delta_u h + \Delta_o h, \quad \Delta_u h = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}, \quad \Delta_o h = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м},$$

$$\Delta h = 0,001 + 0,0005 = 0,0015 \text{ м}.$$

$$E_{D1} = (\Delta\sigma / \sigma + \Delta h / h_1) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$E_{D2} = (\Delta\sigma / \sigma + \Delta h / h_2) \cdot 100\% = (\quad) \cdot 100\% = \quad \%$$

$$\Delta D = E'_{D1} \cdot D_1 = \quad = \quad \text{м}.$$

$$\Delta D = E'_{D2} \cdot D_2 = \quad = \quad \text{м}.$$

$$D = (D \pm \Delta D) \text{ м}, \quad E_D = \dots\dots\dots\% - \text{общий вид ответа}.$$

$$D_1 = (\pm \quad) \text{ м}, \quad E_{D1} = \quad \%$$

$$D_2 = (\pm \quad) \text{ м}, \quad E_{D2} = \quad \%$$

6. Проанализировав результат сделайте вывод: _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Почему расплавленный жир плавает на поверхности воды в виде кружков? _____

2. У какой воды больше поверхностное натяжение: у чистой или у мыльной? Почему мыльная вода дает прочные пузыри, каких из чистой воды получить нельзя? _____

3. Почему уменьшаются размеры мыльного пузыря, если перестать дуть в трубку, на конце которой держится пузырек? _____

4. Вылив на поверхность разбушевавшегося моря некоторое количество нефти, можно в этом месте «успокоить» на некоторое время водную стихию. Почему? _____

5. Деревянный кружок, покрывающий воду, легче снять, поднимая его не плашмя, а ребром. Почему? _____

6. Почему бывает трудно налить жидкость в пузырек с узким горлышком? _____

ОЦЕНКА: _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13

ИЗМЕРЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ : научиться определять влажность воздуха с помощью психрометра.

ОБОРУДОВАНИЕ: психрометр, стакан с водой, психрометрическая таблица.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Измерьте термометром температуру воздуха в помещении и воды в стакане и убедитесь в их равенстве.

$$t_{\text{сух}} = \quad \text{}^{\circ}\text{C}.$$

2. Оберните резервуар термометра кусочком увлажненной ваты или марли и держите некоторое время «влажный» термометр в воздухе. Как только понижение температуры прекратится, запишите показание термометра.

$$t_{\text{влаж}} = \quad \text{}^{\circ}\text{C}.$$

3. Определите разность температур «сухого» и «влажного» термометров.

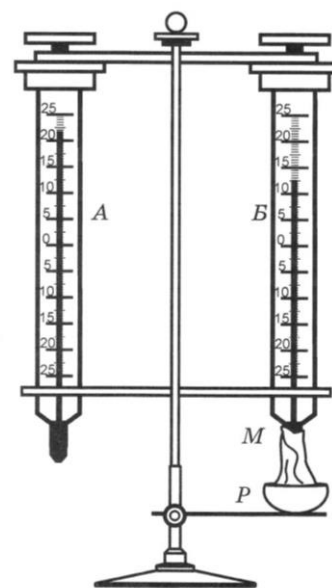
$$\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{влаж}} = \quad - \quad = \quad \text{}^{\circ}\text{C}.$$

4. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха в помещении.

$$\varphi = \quad \text{\%}.$$

5. Результаты измерений занесите в таблицу.

| $t_{\text{сух}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $t_{\text{влаж}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\Delta t, \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\varphi, \text{\%}$ |
|--|---|--------------------------------------|----------------------|
| | | | |



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как изменяется абсолютная и относительная влажность воздуха при его нагревании? _____

2. Оба термометра в психрометре Августа показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха? _____

3. Когда зимой скорее сохнет белье: в морозную погоду или в оттепель? Почему? _____

4. Почему сильная жара труднее переносится в болотистых местах, чем в сухих? _____

5. Почему в холодных помещениях часто бывает сыро? _____

6. Почему зимой оконные стекла потеют, если в комнате много людей? _____

ОЦЕНКА: _____

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буров, В.А. Фронтальные экспериментальные задания по физике. 9 класс: Дидактический материал : пособие для учителя / В.А. Буров [и др.]. – М. : Просвещение, 1986.
2. Генденштейн, Л.Э. Физика –10 : тетрадь для лабораторных работ / Л.Э. Генденштейн, Л.А. Кирик, И.М. Гельфгат. – М. : Илекса, 2006.
3. Гоциридзе, Г.Ш. Практические и лабораторные работы по физике. 7–11 классы / под ред. Н.А. Парфентьевой. – М. : «Классик Стиль», 2002.
4. Кабардин, О.Ф. Физика. Лабораторные работы. 7–9 кл. : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина. – М. : ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2000.
5. Лабораторные занятия по физике : учеб. пособие / под ред. Л.Л. Гольдина. – М. : Наука, 1983.
6. Оценка качества подготовки выпускников основной школы по физике / сост. В.А. Коровин. – 2-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2001.
7. Проверка и оценка успеваемости учащихся по физике. 7–11 кл. : кн. для учителя / В.Г. Разумовский, Ю.И. Дик, И.И. Нурминский и др. ; под ред. В.Г. Разумовского. – М. : Просвещение , 1996.
8. Тульчинский, М.Е. Качественные задачи по физике в средней школе : пособие для учителей. – изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1972.
9. Федорова, Н.Б. Лабораторные работы для 10–11 классов по физике / РИРО. – Рязань; 2000.
10. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7–11 классах общеобразовательных учреждений : кн. для учителя / под ред. В.А. Бурова, Г.Г. Никифорова. – М. : Просвещение, 1996.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений..... | 4 |
| 1. Измерение ускорения тела при равноускоренном движении..... | 4 |
| 2. Изучение движения тела, брошенного горизонтально..... | 14 |
| 3. Определение жесткости пружины | 15 |
| 4. Определение коэффициента трения скольжения..... | 18 |
| 5. Изучение закона сохранения механической энергии | 23 |
| 6. Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника..... | 27 |
| 7. Изучение движения тела колеблющегося на пружине..... | 30 |
| 8. Определение скорости теплового движения молекул..... | 34 |
| 9. Наблюдение молекулярного взаимодействия тел..... | 36 |
| 10. Проверка уравнения состояния идеального газа | 38 |
| 11. Изучение одного из изопроецессов (закона Гей-Люссака)..... | 41 |
| 12. Определение коэффициента поверхностного натяжения..... | 43 |
| 13. Измерение относительной влажности воздуха..... | 47 |
| Список рекомендуемой литературы..... | 50 |

Учебное издание

Ельцов Анатолий Викторович
Степанов Владимир Анатольевич
Федорова Наталья Борисовна
Соловьева Мария Николаевна

Фронтальные лабораторные работы
по физике.
10 класс

Рабочая тетрадь.

В авторской редакции

Компьютерный набор и оформление – Н.Б. Федорова
Подписано в печать 17.11. 2008
Бумага офсетная. Формат 60x84/16. Гарнитура типа Таймс.
Печать офсетная. Усл. п. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,5
Тираж 150 экз. Заказ № .

ГОУ ВПО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»
390000 г. Рязань, ул. Свободы, 46
Отпечатано в ООО «Интермета»
390000 г. Рязань, ул. Семинарская, 3

Для заметок