

Шифр: G-8

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по физике

2018/2019

Ленинградская область

Район *Спасский*

Школа *МОУ «СОШ №1»*

Класс *11*

ФИО *Самеников Иван*

Алексеевич

Задача 1

- L -
- μ
- $\Sigma \mu$
- $t_{u \text{ min}} - ?$
- $v_0 - ?$
- $v(A) - ?$

1	2	3	4	5	Σ
1	4	5	1	8	19

1 2 3 4 5 8 19

Решение:

Рассмотрим I участок:

Макс. сила трения равна $F_{тр}$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg$, т.к. автомобиль идет за счёт отталкивания от грунта

Ускорение на I участке:

$$a_1 = \mu g$$

Рассмотрим II участок:

Теперь $F_{тр}$ мешает движению, т.к. двигатель не работает

$$a_2 = 2\mu g$$

На границе участков автомобиль достигнет скорости v_0 .

- v_0 - конечная на I участке и
- v_0 - начальная на II участке.

$$v_0 = a_1 t_1 ; v_0 = a_2 t_2$$

$$a_1 t_1 = a_2 t_2$$

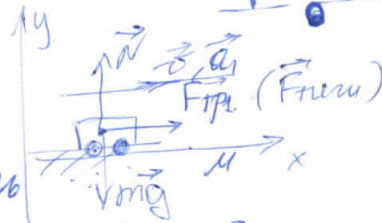
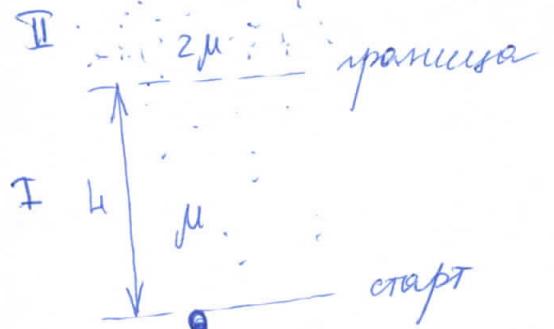
$$\mu g t_1 = 2\mu g t_2$$

$$t_1 = 2 t_2 \text{ или } t_2 = \frac{t_1}{2}$$

$$t_u = t_1 + t_2 = t_1 + \frac{t_1}{2} = \frac{3}{2} t_1$$

$$L = \frac{a_1 t_1^2}{2} ; t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}$$

$$t_u = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2L}{\mu g}} = 3 \sqrt{\frac{L}{2\mu g}}$$



$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}_1$$

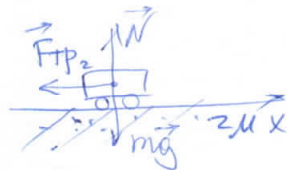
$$Oy: N = mg$$

$$Ox: F_{тр} = ma_1$$

$$\mu mg = ma_1$$

$$a_1 = \mu g$$

$$\vec{a}_2 = \vec{0}$$



$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}_2$$

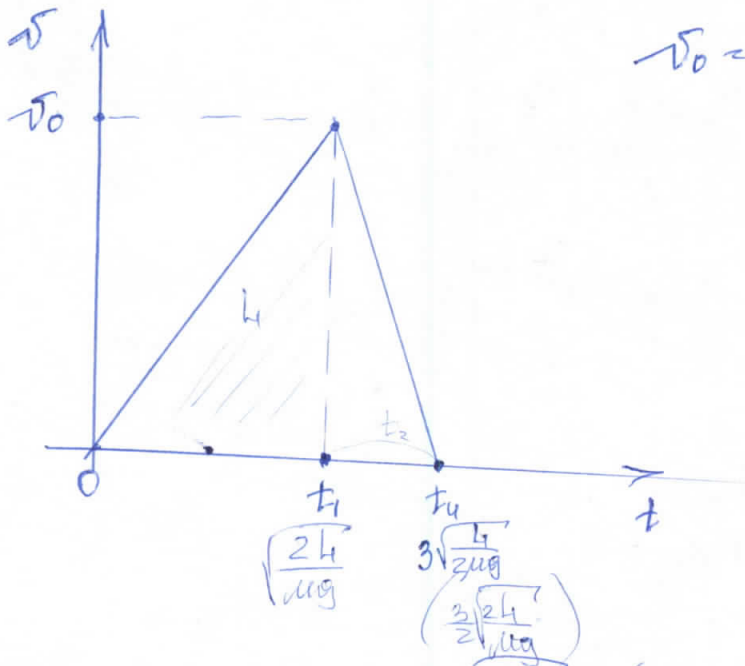
$$Oy: N = mg$$

$$Ox: -F_{тр} = ma_2$$

$$2\mu N = ma_2$$

$$a_2 = 2\mu g$$

изучим



$$v_0 = a_1 t_1 = \mu g \cdot \sqrt{\frac{2L}{\mu g}} = \sqrt{2L\mu g}$$

Ответы $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}$ и $t_2 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}$

~~15~~ ~~15~~

$$v_0 = \sqrt{2L\mu g} \text{ м/с.}$$

Задача 3.

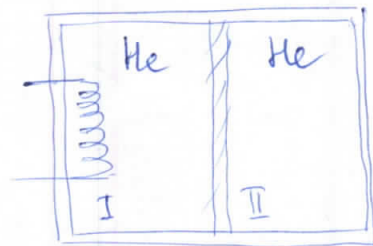
$$\nu_1 = \nu_2 = \nu = 1 \text{ моль}$$

$$\Delta T$$

$$T_1 = T_2 = T$$

$$\Delta T_2 = ?$$

$$Q = ?$$



Решение

~~Решение~~

~~Решение~~

Смесь I:

$$Q = A' + \Delta U$$

Смесь II:

$$Q = A' + \Delta U_2$$

Положительная работа газа A' газа в I отделении равна модулю отрицательной работе газа во II отделении.

I: $\Delta(\nu V) = \nu R \Delta T$ — уравнение Менделеева-Клапейрона

II: $0 = A' + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2$ — II газом термодинамики

$$|\Delta(\nu V)| = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 = \frac{2|\Delta(\nu V)|}{3 \nu R}$$

$$\Delta T_2 = \frac{2}{3} \frac{\nu R \Delta T}{\nu R} = \frac{2}{3} \Delta T$$

$$\boxed{\Delta T_2 = \frac{2}{3} \Delta T}$$

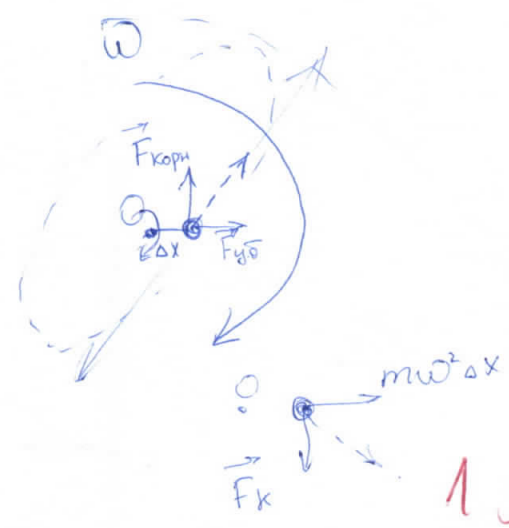
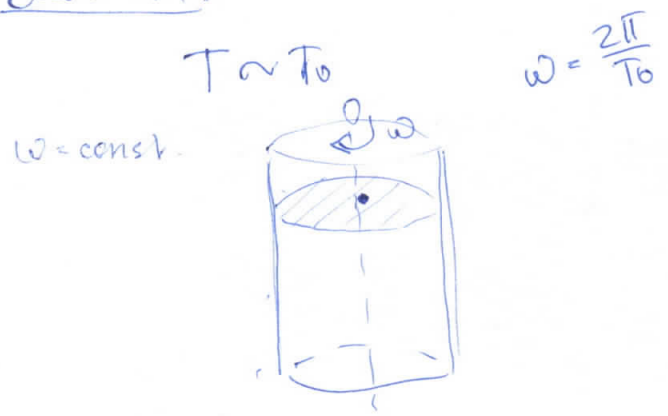
I: $Q = \Delta pV + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$
 II: $0 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 - \Delta pV$

$Q = \frac{3}{2} \nu R (\Delta T + \Delta T_2) = \frac{3}{2} \nu R (\Delta T + \frac{2}{3} \Delta T) = \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{3} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$

$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$, т.к. $\nu = 1 \text{ моль}$, то $Q = \frac{5}{2} R \Delta T$

Ответ: $\Delta T_2 = \frac{2}{3} \Delta T$
 $Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$ ($Q = \frac{5}{2} R \Delta T$ (1 моль))

Задача 1.



$T = 2\pi \cdot \omega_2$

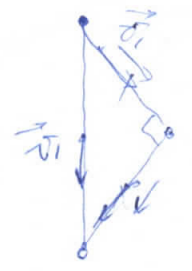
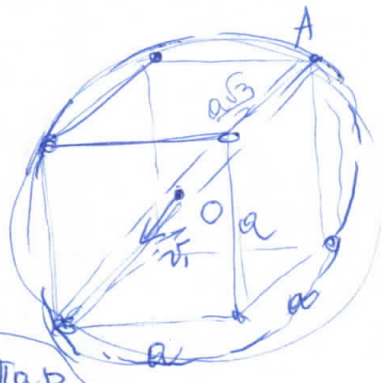
1 балл

Задача 2.

описание энергии.

константа

F_G для шара:
 $F_{Gш} = G \frac{mM}{R^2} = G \frac{m \frac{4}{3} \pi R^3 \rho}{R^2} = \frac{4}{3} G m \pi R \rho$
 $R = \frac{a\sqrt{3}}{2}$
 $= \frac{4}{3} G m \pi \frac{a\sqrt{3}}{2} \rho = \frac{2\sqrt{3}}{3} G m \pi a \rho$



$2v_1 \cos 45^\circ \cdot \frac{1}{2} = av$
 $v = v_1 \sin \omega t$
 метод берем
 шарам
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$

F_G для куба:
 $F_{Gк} = G \frac{m \cdot a^3 \rho \cdot 4}{a^2 \cdot 3} = \frac{4}{3} G m a \rho$

$\frac{F_{Gш}}{F_{Gк}} = \frac{\frac{2\sqrt{3}}{3} G m \pi a \rho}{\frac{4}{3} G m a \rho} = \frac{\sqrt{3}}{2} \pi$; $F_{Gк} = \frac{2 F_{Gш}}{\sqrt{3} \pi}$

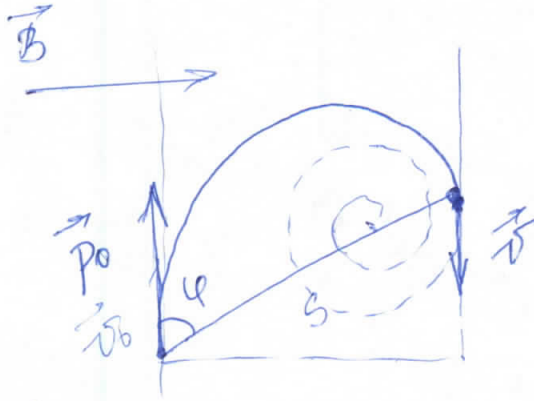
$F_G = \frac{m v_2^2}{R} = \frac{2 m v_2^2}{a \sqrt{3}}$

4 балла

$F_{Gк} = \frac{2 F_{Gш}}{\pi \sqrt{3}} = \frac{2 \cdot G m M \cdot 4}{\pi \sqrt{3} \cdot 3 a^2} = \frac{2 m v_2^2}{a \sqrt{3}}$; $v_2 = \sqrt{\frac{4 G M}{3 \pi a}}$

Задача 5

P_0
 g
 B
 φ

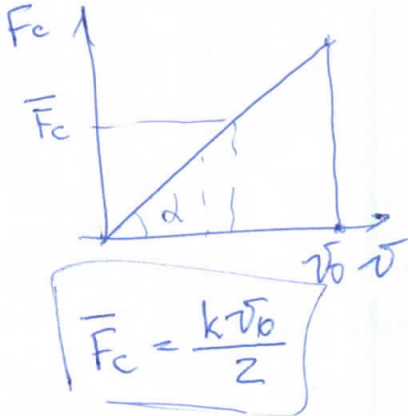


$$F_k = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv^2}{F_k} = \frac{mv^2}{gBv} = \frac{mv}{gB} = \frac{P}{gB}$$

$$R_0 = \frac{P_0}{gB}$$

$$F_c = k\sqrt{v}$$



$$k = \text{tg} \alpha$$

По закону сохранения энергии:

$$|F_c S| = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$S = \frac{mv_0^2}{2F_c} = \frac{P_0 v_0}{2F_c} =$$

$$= \frac{P_0 v_0 \cdot 2}{2 k v_0} = \frac{P_0}{k} \quad (1)$$

A_{F_c}
S-ныс

$$\overline{F_{cst}} = P_0$$

$$\overline{F_c} = m a_c$$

$k \sim gB$

$$S = \frac{P_0}{gB}$$

~~1) 1) 1)~~

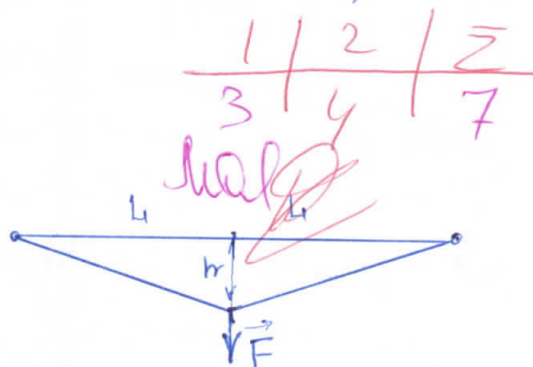
Задание 11.1.

Цель работы: 1) снять зависимость $h(F)$
2) определить k и T_0 .

Оборудование: цепочка из банковских резинок, закрепленная на планке; 2 канцелярские кнопки; скрепка (22); линейка; кусочек скотча; 6 гек ($10,0 \pm 0,5$)г; миллиметровая бумага.

Выполнение:

1. Подготовил установку к исследованию. С помощью кнопок прикрепил планку к ребру стола



2. Скотчем отделил начало отсчета h .

3. Подвешивая гайки за нить к скрепке и снимал зависимость $h(m)$, занеся результаты в таб.1.

4. Выполнив вычисления по формуле $F = mg$ ($g = 9,81 \frac{m}{c^2}$) получил зав-ть $h(F)$ и построил график 1.

5. Затем провел "исследование" графика и ответил на вопросы работы.

Таб. 1

$m_{скрепки} = 22$
 $m_{гайки} = (10 \pm 0,5)г$

для перевода в кг
вычисления:

$F_1 = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 0,11772 Н$

$F_2 = 22 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 0,21582 Н$

$F_3 = 32 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 0,31392 Н$

$F_4 = 42 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 0,41202 Н$

$F_5 = 52 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 0,51012 Н$

$F_6 = 62 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 0,60822 Н$

N°	m, г	h, см
1	12	1,5
2	22	2,4
3	32	3,2
4	42	3,8
5	52	4,5
6	62	5,0

Таб. 2

N°	F, Н	h, см
1	0,11772	1,5
2	0,21582	2,4
3	0,31392	3,2
4	0,41202	3,8
5	0,51012	4,5
6	0,60822	5,0

(значения силы можно округлить, т.к. гайки имеют массу $\pm 0,5$ г.)

Результаты нанесены на график 1.

Соединив 2 первые найденные точки, мы можем заметить что график отклоняется от линейной функции тем силь-

нее, чем величина силы F . Но при малых значениях F график близок к линейному, а значит, $k = \operatorname{ctg} \alpha = \frac{AC}{BC}$ из $\triangle ABC$ на графике 1. $BC = h_2 - h_1 = 2,4_{\text{см}} - 1,5_{\text{см}} = 0,9_{\text{м}} = 0,009_{\text{м}}$.
 $AC = F_2 - F_1 = 0,21582 - 0,11772 = 0,0981_{\text{Н}}$.

$$k = \frac{0,0981}{0,009} = 10,9 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Если продолжить график до пересечения с Oy , то получим некое $h \approx 0,45_{\text{см}} = 0,0045_{\text{м}}$

Если бы $T_0 = 0_{\text{Н}}$, и резинки были бы не растянуты, то продолжение графика попало бы в точку O .

h - начальное удлинение, k - найденный коэффициент.

значит ~~$T_0 = kh$~~

$$T_0 = 10,9 \cdot 0,0045 \approx 0,049_{\text{Н}} \approx 0,05_{\text{Н}}$$

Погрешности:

$$\epsilon_k = \epsilon_h + \epsilon_F = \epsilon_h + \epsilon_m = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta m}{m}$$

$$\epsilon_k = \frac{0,2}{2,4} + \frac{0,5}{10} \approx 0,13 \approx 13\%$$

$$\Delta k = \epsilon_k \cdot k$$

$$\Delta k = 1,45(3) \approx 1,5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k = (10,9 \pm 1,5) \frac{\text{Н}}{\text{м}} \text{ с } \epsilon_k = 13\%$$

$$\epsilon_{T_0} = \epsilon_k + \epsilon_h \quad \epsilon_{T_0} \approx 0,27 \approx 27\% \quad \Delta T_0 = \epsilon_{T_0} \cdot T_0$$

$$\Delta T_0 = 0,01_{\text{Н}}$$

здесь h мы не измерили, а определили по графику, но ϵ_h остается пренебрежимо малым.

~~$T_0 = (0,05 \pm 0,01)_{\text{Н}}$~~ $T_0 = (0,05 \pm 0,01)_{\text{Н}} \text{ с } \epsilon_{T_0} = 27\%$

Вывод: $k = (10,9 \pm 1,5) \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ с $\epsilon_k = 13\%$, $T_0 = (0,05 \pm 0,01)_{\text{Н}}$ с $\epsilon_{T_0} = 27\%$.
 Исходя из графика, можно сказать, что закон Гюка ($F = kx$) выполняется при небольших F , при которых и определены k и T_0 . Неточности связаны, возможно, с не очень удобным способом измерения h и подвешиванием чашек.

Знак
4.

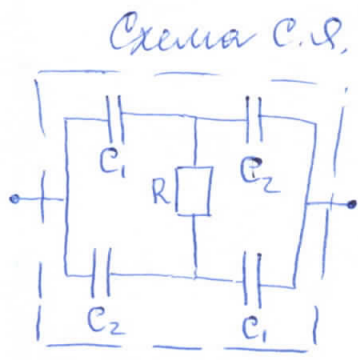
Задание 11.2.

Цель: определить значение C_1 и C_2

Приборы и оборудование: серый мультиметр (с.э), конденсатор $C_0 = (1,0 \pm 0,2) \mu F$
 Батарейка, мультиметр, зажимы

Выполнение:

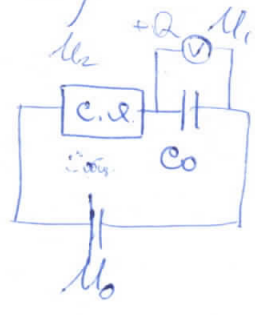
1. Определить U_0 — напряжение на концах батарейки и занес результат в таблицу 1.



Таб. 1

№	$U_0, В$
1	1,646
2	1,646
3	1,647
4	1,646
5	1,646
6	1,647
7	1,647
8	1,647
9	1,647
10	1,646
$\overline{U_0, В}$	1,6465

2. Собран схему:



Предполагаю, что с.э. будет вести себя так же как конденсатор, если его зарядить
 $C_{одн} = 2 \frac{C_1 C_2}{C_2 + C_1}$

$U_2 = U_0 - U_1$

При послед. соединении: $q_1 = q_2 = q$

$C_0 U_1 = C_{одн} U_2 \Rightarrow C_0 U_1 = C_{одн} (U_0 - U_1)$, откуда

$C_{одн} = \frac{C_0 U_1}{U_0 - U_1}$, показания при измерении U_1 в таб. 2

Таб. 2

№	$U_1, В$
1	0,666
2	0,667
3	0,667
4	0,668
5	0,669
6	0,668
7	0,669
8	0,670
9	0,670
10	0,671
$\overline{U_1, В}$	0,6685

Собрав такую схему и нажав измерение, я заметил, что показания мультиметра меняются со временем, причем если на C_0 напряжение растет, то на с.э, пошью, уменьшается, но так как C_0 заряден, то тока в цепи быть не должно. Это наблюдалось неоднократно (в герцовках можно увидеть несколько попыток измерить)

Возможно, это какие-либо колебания (намагниченности), или просто конденсатор пробит.
 Расчет $C_{одн}$ приведен по таб. 2.

$$C_{\text{собр}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6685}{1,6465 - 0,6685} \approx 6,84 \cdot 10^{-5} \text{ ф}$$

$$\Delta C_0 = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ф}$$

$$\Delta U = 0,001 \text{ В}$$

$$\varepsilon_{\text{собр}} = \frac{\Delta C}{C_0} + \frac{\Delta U_1}{U_1} + \frac{\Delta U_2}{U_2}$$

$$(U_2 = 0,978 \text{ В} \quad (U_2 = U_0 - U_1))$$

$$\varepsilon_{\text{собр}} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,001}{0,6685} + \frac{0,001}{0,978} \approx 0,20 \approx 20\%$$

$$\Delta A = \varepsilon \cdot A$$

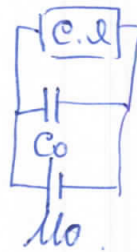
$$\Delta C_{\text{собр}} = 6,84 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2 = 1,38 \cdot 10^{-5} \text{ ф}$$

$$C_{\text{собр}} = (6,84 \pm 1,38) \text{ мкф} \quad \varepsilon_{\text{собр}} = 20\%$$

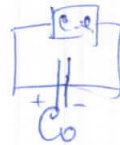
C_1 и C_2

Подключив по образцу схему, пользуясь формулами последовательного и параллельного соединения и формулой $q = C \cdot U$, можно получить еще уравнение и, решив систему ур-ий получить значение C_1 и C_2 .

Использовать C_0 как источник...



$$q = C \cdot U$$



$$(C_0 + C_{\text{собр}}) \cdot U_0 = q$$

$$R_{\text{мультиметра}} = 0,5 \text{ Ом}$$

Пример 1.

18

