Региональный этап

всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

Ф 11-12

ПЕРВЫЙ ТУР

Фамилия Каменских

Имя Павел

Отчество Андреевич

Класс 11

Территория Березники

Полное наименование образовательной организации (по Уставу)

МАОУ „СОШ с УИОП №3"

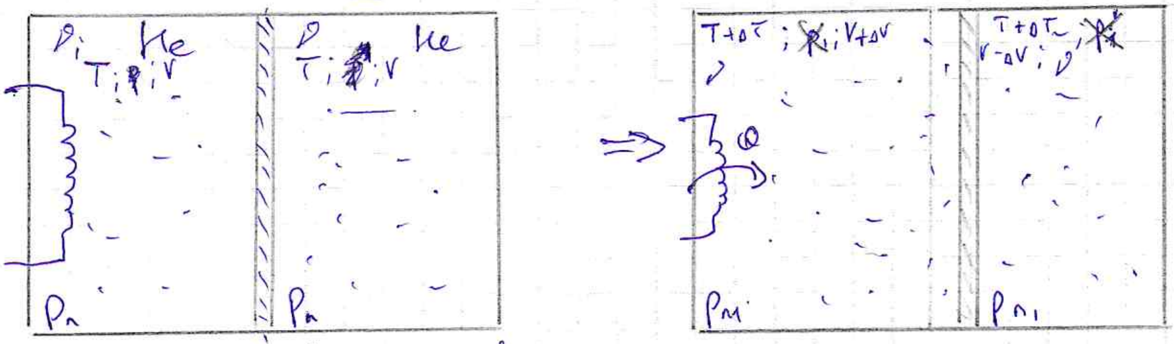
Всероссийская олимпиада школьников по физике
2018/2019 учебный год.
Региональный этап.

_____ класс

1	2	3	4	5	Σ
6	6	10	10	5	37

Шифр Ф 11 - 12

№ 3 Дано: $\Delta T >> T$; R; He; $\nu = 1$ моль | 1) ΔT_2 - ? 2) Q - ?



теплоизолирован

1) Запишем 1ое начало ~~т~~ термодинамики:

левая часть: $Q = A + \frac{3}{2}\nu R \Delta T$

правая: $0 = -A + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_2$ — т.к. правый теплоизолирован

$+ \Rightarrow$

$Q = \frac{3}{2}\nu R(\Delta T + \Delta T_2)$ (1)

2) из 1 => для газа в правом сосуде справедливо ур-ние адиабаты, ~~где~~ т.е. $p \cdot V^{\gamma} = const$, где $\gamma = \frac{c_p}{c_V} = \frac{5}{3}$;

~~Также для~~ поэтому ~~$pV^{5/3} = p_1V^{5/3}$~~, записываем ур-ние состояния для правого газа, получим:

$pV = \nu RT \Rightarrow V = k \cdot \frac{T}{p}$ ($k = \nu R = const$) => подставляем в ур-ние адиабаты: $\frac{T^{5/3}}{p^{2/3}} = const$ (2)

3) Запишем систему уравнений:
Условие равновесия поршня: $p_л = p_п = p$; $p_{л1} = p_{п1} = p_1$
ур-ния состояния!
начальные условия: "левый" газ: $pV = \nu RT$ (3)
"правый" газ: $pV = \nu RT$
конечные условия: "левый" газ: $p_1(V + \Delta V) = \nu R(T + \Delta T)$ +
"правый" газ: $p_1(V - \Delta V) = \nu R(T + \Delta T_2)$

$\Rightarrow p_1 \cdot 2V = \nu R(2T + \Delta T + \Delta T_2)$ (4)

из (3) и (4) получаем: $\frac{p_1}{p} = \frac{2T + \Delta T + \Delta T_2}{2T} = \left(1 + \frac{\Delta T + \Delta T_2}{2T}\right)$ (5)

4) из (2) для правого газа подставим нач и конечн условия:

$\frac{T^{5/3}}{p^{2/3}} = \frac{(T + \Delta T_2)^{5/3}}{p_1^{2/3}} \Rightarrow \left(\frac{p_1}{p}\right)^{2/3} = \left(\frac{T + \Delta T_2}{T}\right)^{5/3}$ (6)

т.к. справедлива ф-ла $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, при $x << 1$ =>

т.к. $\Delta T << T \Rightarrow \Delta T_2 << T \Rightarrow \frac{\Delta T_2 + \Delta T}{2T} << 1$

Преобразуем (6), ~~довид~~ используя (5), до вида:

$$1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{T + \Delta T_2}{2T} = \frac{5}{3} \cdot \frac{\Delta T_2}{T} + 1; \iff (\Delta T + \Delta T_2) = 5 \Delta T_2 \Rightarrow$$

$$\Delta T_2 = \frac{1}{4} \Delta T \quad +$$

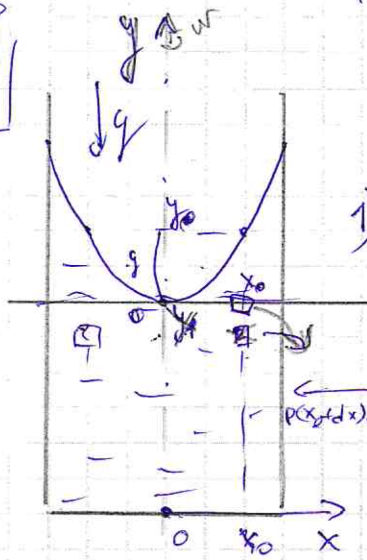
из (1) $\Rightarrow$ $Q = \frac{15}{8} \nu R \Delta T$ $+$

Ответ: $\Delta T_2 = \frac{1}{4} \Delta T$ $\quad Q = \frac{15}{8} \nu R \Delta T$

$\boxed{№ 4}$

T_0;

$T - ?$



Решение:

Определим форму ~~во~~ поверхности воды в сосуде

1) Рассмотрим кусочек, стоящий на x от оси вращения (точки O)

пусть $p(x)$ - з-сть давления от x

на кусочек действуют 2 силы давления: $p(x_0) dS$ и $p(x_0 + dx) dS$

2) по II з-ну Ньютона на этот кусочек:

$$\left.\begin{aligned} dm\, a &= (p(x_0 + dx) - p x)\, dS \\ dm &= \rho \cdot dS \cdot dx \\ a &= w^2 \cdot x_0 = a_n \end{aligned}\right\} \Rightarrow \rho\, dS \cdot dx \cdot w^2 \cdot x = dp(x) \cdot dS$$

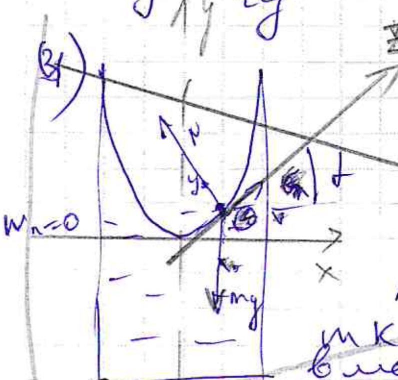
$$dp(x) = \rho w^2 \cdot x\, dx \Rightarrow$$

$$p(x_0) = \int_0^{x_0} dp(x) = \int_0^{x_0} \rho w^2 x\, dx = \rho w^2 \int_0^{x} x\, dx \Rightarrow$$

$\cancel{\Rightarrow p(x) = \rho w^2 \cdot \frac{x_0^2}{2}\Big|_0}$ $\Rightarrow p(x_0) = \rho w^2 x_0^2 / 2$

3) по закону Паскаля, $p(x_0) = p(y_0) = \rho g (y_0) \cancel{= \rho g y_0 + \rho g y}$

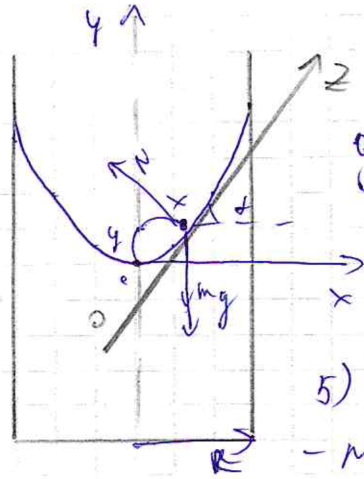
$\Rightarrow y_0 = \frac{w^2}{2g} x_0^2$; $+$ ур-ние параболы



~~Запишем теперь суммарную энергию шарика в момент, когда его коор-ната x:~~

~~$W = W_T E_k + W_n =$~~

~~теперь рассмотрим движение шарика во т.к. $\mu = 0 \Rightarrow$ он не будет вращаться вдоль вместе с цилиндром на него действуют лишь две силы: N и mg на $OZ \perp N$ - касательная $\Rightarrow$~~



4) пусть тело сместили на x ⇒ $y = \frac{\cancel{g}\omega^2}{2g}x^2$, на шарик действует 2 силы: N и mg ($F_{тр} = 0$ по условию) ⇒ N ⊥ узкас $\tg\alpha = y' = \frac{\omega^2}{g}\cdot x \approx \alpha$ т.к. $x << R$

5) на OZ ($N \perp OZ$) по II з-ну Ньютона: $-mg\sin\alpha = ma$; $\sin\alpha \approx \alpha = \frac{\omega^2}{g}x \Rightarrow$

$a = \ddot{x}$ $\quad \ddot{x} + x\frac{g\omega^2}{g} = 0 \Rightarrow \ddot{x} + x\omega^2 = 0$

Ур-ние гармонических колебаний ⇒ $T = \frac{2\pi}{\omega} = T_0$

Ответ: T_0;

№1

$\mu; L; g;$

1) ~~Рассмотрим случай, когда~~ на 1ом участке у ~~авто~~ мобиле есть 2 варианта: тормозить с ускорением μg, ускоряться с ним же самым по модулю ускорением. Другие случаи невозможны - иначе будет проскальзывание

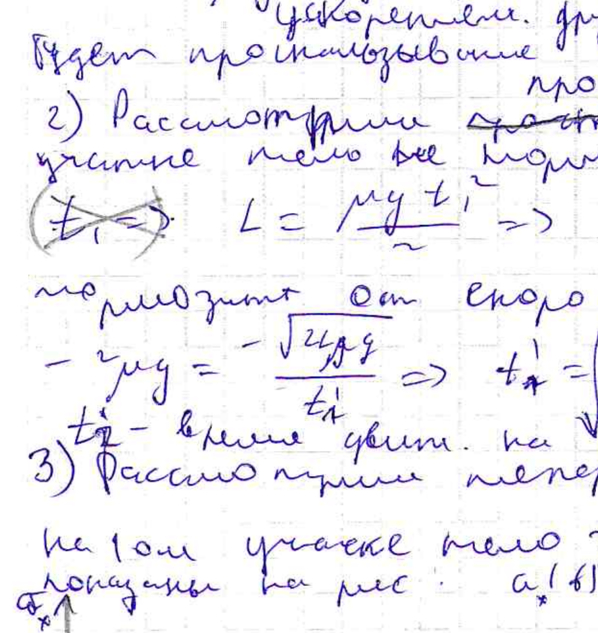
2) Рассмотрим ~~простой~~ простой случай, когда на 1ом участке тело ~~все~~ тормозит

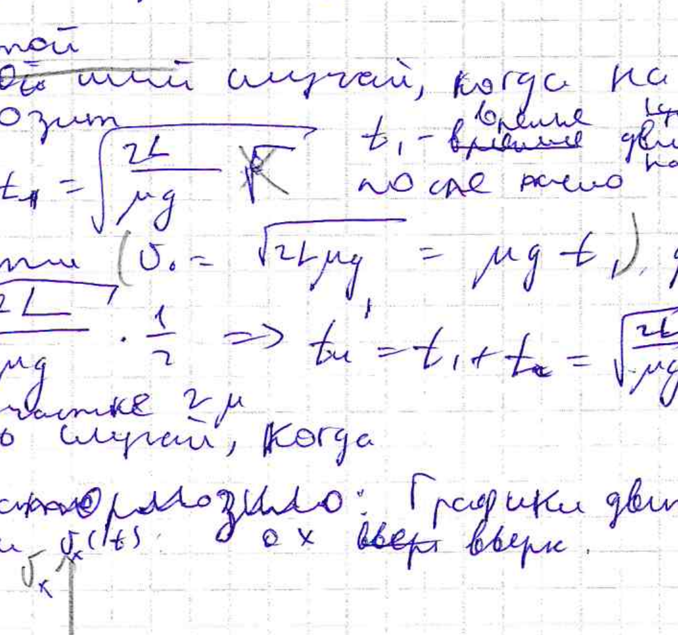
$\cancel{t_1 =}$ $L = \frac{\mu g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}$ t_1 - время ~~ускорения~~ движения на участке "μ" после чего тело тормозит от скорости ($v_0 = \sqrt{2L\mu g} = \mu g t_1$) до 0 ⇒

$-2\mu g = -\frac{\sqrt{2L\mu g}}{t_1'} \Rightarrow t_1' = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}\cdot\frac{1}{2} \Rightarrow t_н = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}\cdot\frac{3}{2}$ (1)

t_2 - время движ. на участке 2μ

3) Рассмотрим теперь случай, когда на 1ом участке тело затормозило. Графики движения показаны на рис: $a_x(t)$ и $v_x(t)$. Ox ~~вверх~~ вверх.





4) по опр-нию - площадь под графиком $v_x(t)$ это перемещение x, тогда по значении L;

Из ~~...~~ геометрии: $L = S_1 - S_2$;

$S_1 = \frac{1}{2} \cdot 2t_0 \cdot v_1$ (большой треугольник)

$S_2 = \frac{1}{2} \cdot (2t_0 - t_1) \cdot v_0$ (маленький треуг.)

Выразим t_0 через t_1 на участке AB:

$-\mu g = \frac{v_0 - v_1}{t_1 - t_0} \Rightarrow t_1 - t_0 = \frac{v_1 - v_0}{\mu g} \Rightarrow t_1 = t_0 + \frac{v_1 - v_0}{\mu g} \Rightarrow$

$t_0 = t_1 - \frac{v_1 - v_0}{\mu g} \Rightarrow L = \frac{1}{2}(2t_0 v_1 - 2t_0 v_0 + v_0 t_1)$,

$L = t_0(v_1 - v_0) + \frac{v_0}{2} t_1$ подставляя сюда t_0 получим:

$L = v_1 t_1 - v_0 t_1 - \frac{(v_1 - v_0)^2}{\mu g} + \frac{v_0 t_1}{2} = t_1\left(\frac{2v_1 - 2v_0 + v_0}{2}\right) - \frac{(v_1 - v_0)^2}{\mu g}$

т.к. $t_1 = t_0 + \frac{v_1 - v_0}{\mu g} = \frac{v_1}{\mu g} + \frac{v_1 - v_0}{\mu g} \Rightarrow \frac{2v_1 - v_0}{\mu g} \Rightarrow$

$L = t_1 \frac{(2v_1 - v_0)}{2} - \frac{(v_1 - v_0)^2}{\mu g} = \frac{(2v_1 - v_0)^2 - 2(v_1 - v_0)^2}{2\mu g} = \frac{2v_1^2 - v_0^2}{2\mu g} \Rightarrow$

$2v_1^2 = 2\mu g L + v_0^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\mu g L + \frac{v_0^2}{2}}$

т.к. $t_4 = t_1 + t_2$, $t_2 = \frac{v_0}{2\mu g}$ $\Rightarrow t_4 = \frac{2v_1 - v_0}{\mu g} + \frac{v_0}{2\mu g} = \frac{1}{2\mu g}(4v_1 - v_0)$

$\Rightarrow t_4 = \frac{1}{2\mu g}\left(2\sqrt{v_0^2 + 4\mu g L} - v_0\right)$

Рассмотрим ф-цию $f(x) = 2\sqrt{x^2 + a} - x$

$f'(x) = \frac{2x}{\sqrt{x^2 + a}} - 1 = \frac{2x - \sqrt{x^2 + a}}{\sqrt{x^2 + a}} = 0$

$f'(x) = 0 \Rightarrow 2x = \sqrt{x^2 + a} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{a}{3}}$, при $x = 0$ $f'(x) < 0 \Rightarrow$

* при $x = \sqrt{\frac{a}{3}}$ — $f(x)$ - min $\Rightarrow$ аналогично для $t_4(v_0)$ получим

$t_4 = \frac{1}{2\mu g}\left(2\sqrt{v_0^2 + 4\mu g L} - v_0\right)$ - min, если $v_0 = \sqrt{\frac{4}{3}\mu g L}$, т.е.

$t_4 = \left(\sqrt{\frac{16}{3}\mu g L} - \sqrt{\frac{4}{3}\mu g L}\right) \cdot \frac{1}{2\mu g} = \sqrt{\frac{L}{3\mu g}}(2 - 1) = \sqrt{\frac{L}{3\mu g}}$, что

меньше t_4', то есть это и есть min время

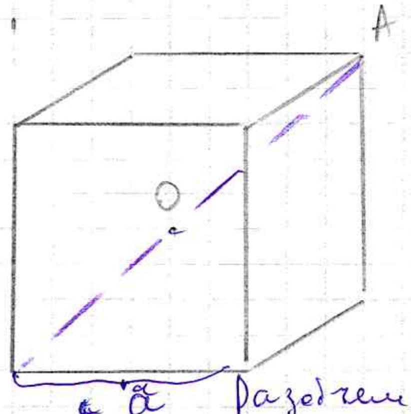
Ответ: $t_{min} = \sqrt{\frac{L}{3\mu g}}$ при $v_0 = \sqrt{\frac{4}{3}\mu g L}$ График показан выше

$\boxed{\sim 2}$

$\boxed{v_1}$

$v_2 - ?$

Решение



примем $W(|\vec{r}|) = 0$, при $r \to \infty$

$|\vec{r}|$ – радиус вектор из точки O.

Тогда посчитаем W в точке O.

Разобьем куб на тонкие квадраты, у которых можем посчитать dW_0

1) $W_0 = \int_0 dW_0$;

тонкий квадрат со стороной x состоит из 6 пластин, отстоящих на $x/2$ от O; dx – толщина двух пластин

$dW_0 = -6 \cdot dW_n = -6 \cdot \frac{\Gamma \cdot m \cdot x^2 \cdot (dx)/2)}{a^3 \; (x/2)} \cdot M$ m – масса тела, Γ – гр. постоянная

$dM_n = \frac{x^2 dx}{a^3} M$, где $V_n = x^2 dx$ – объем одной пластины, и M – масса всего куба, a^3 – его объем $\Rightarrow$

$dW_0 = -\frac{12 M m \gamma}{2a^3} x^2 dx$

$W_0 = \int_0^a -\frac{12 M m \gamma}{2a^3} \cdot x^2 dx = -\frac{12 M m \gamma}{2a^3} \cdot \int_0^a x\, dx = -\cancel{6}\frac{M m \gamma}{a} = -\frac{3 M m \gamma}{a}$

~~$W_A =$~~ 2) теперь нетрудно найти W_A! посчитаем его аналогично, только теперь делить следует на тонкие пластины толщиной dx и площадью a^2

$W_A = W_0 + \frac{M m \gamma}{\sqrt{2} a/2} = \frac{M m \gamma}{a}(\sqrt{2} - 3)$

3) Запишем ЗСЭ: в 1ом случае:

~~W_0~~ $W_A = \frac{m v_1^2}{2} + W_0$

во 2ом случае:

$W_A + \frac{m v_2^2}{2} = W_\infty = 0$

$\Rightarrow \frac{M m \gamma}{a}(\sqrt{2} - \cancel{3}) = \frac{m v_1^2}{2} \to$

$\frac{M m \gamma}{a} = \frac{m v_1^2}{2\sqrt{2}}$

Чтобы v_2 – min $\Rightarrow v_{2k} = 0$!

$\frac{m v_2^2}{2} = -W_A = \frac{M m \gamma}{a}(3 - \sqrt{2}) = \frac{m v_1^2}{2}\frac{(3 - \sqrt{2})}{2} \to$

$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{3 - \sqrt{2}}{2}} \approx 0{,}9\, v_1$.

№5

$B;\ p_0;\ \varphi;$
$\varepsilon;\ \vec{F_c} = -\alpha\vec{v}$

1) S - ?
2) α - ?

Решение:

~~1) З.И.~~ 1) в момент времени t, скорость тела $\vec{v}$

на $OX \uparrow\uparrow O\vec{v}$ т.к $F_Л \perp \vec{v} \Rightarrow$

$F_x = -\alpha v \Rightarrow$

ЗИИ, за время Δt $-\alpha v \cdot \Delta t = \Delta p$.

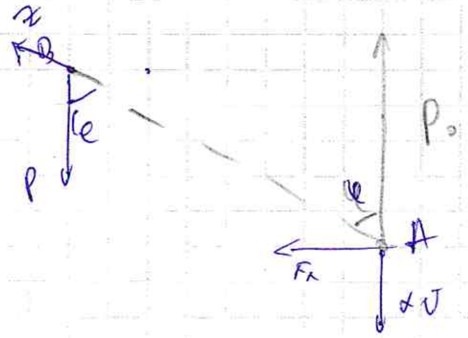
$-\alpha \Delta S = \Delta p$ $\quad \sum -\alpha \Delta S = \sum \Delta p;$

$-\alpha S = (0 - p_0) \Rightarrow S = \frac{p_0}{\alpha}$. теперь найдем α

2) т.к. $F_Л \perp \vec{v}$ (т.к. $\vec{B} \perp \vec{v}$) $\Rightarrow A_{F_Л} = 0$; и

$F_Л$ сообщает только ст, изменяет скорость лишь F_c;

3)

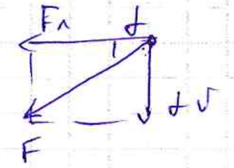


~~т.к.~~ Рассмотрим движение тела:

на него действуют $F_Л$ и F_c:

$F_Л = qB\frac{p}{m} = \frac{\varepsilon B}{m}p$

$F_c = \alpha v = \frac{\alpha p}{m}$



$tg\,\alpha = \frac{\alpha}{qB} \Rightarrow$ ~~$\alpha =$~~ $tg\,\alpha = const$

Заметим, что останавливаться не будет до бесконечно "долго" задача аналогична ~~во~~ лодке в воде с $F_c = -\alpha v$

поэтому остановится тело именно на отрезке AB

пусть $OZ \perp \vec{F} \Rightarrow$ на OZ $a_z = 0 \Rightarrow$ в виду симметрии ~~$OZ \parallel AB$ в нач~~ тоже $OZ \parallel AB$ (в нач момент

$\Rightarrow \varphi = \alpha$ $\quad \alpha = qB\,tg\,\varphi$ ~~qB~~

из 1) $\Rightarrow S = \frac{p_0}{\alpha} =$ ~~$\frac{p_0}{qB\,tg\,\varphi}$~~ $\frac{p_0}{qB\,tg\,\varphi}$

4)

ФЭ11-5

Региональный этап

всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

ВТОРОЙ ТУР

Фамилия Каменских

Имя Павел

Отчество Андреевич

Класс 11

Территория Березники

Полное наименование образовательной организации (по Уставу)

МАОУ „СОШ с УИОП №3"

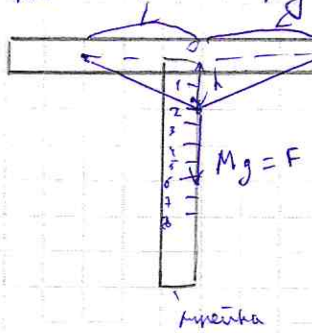
Всероссийская олимпиада школьников по физике
2018/2019 учебный год.
Региональный этап.

1	2	Σ
8	~~8~~ 11	19

_____ класс Шифр ФЭ11-5

№1

Соберём показанную нам установку с помощью клипс к столу:



$\downarrow g$ В середине подцепим скрепку,

Т.к. ~~по зада~~ нам нужно построить график, по измерений нам следует делать как можно больше.

1) $F = Mg = (m_c + N \cdot m_г)\,g$ - N - число гаек, m_c - м-са скрепки, $m_г$ - масса гаек

т.к. $\Delta m_г = 0{,}5\,г \Rightarrow \Delta M = N \cdot \Delta m_г$;

$m_c = 1{,}5\,г$;

Таблица 1

← Считаем массой мощность, на графике этой погр-ти нет

$g = 9{,}81\, м/с$

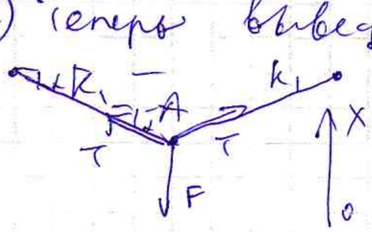
$N_{оп}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$m_{c,г}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
$m_{г,г}$	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, мН	15	113	211	309	407	505	603	701	800	898	996
h, см	0,1	0,9	1,7	2,5	3,2	3,8	4,4	4,9	5,4	5,8	6,1
Δh, см	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$\Delta m_{г,г}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ΔF, мН	0	5,0	10,	15	20	25	29	34	39	44	49

- погрешность считаем двойной
$\Delta h = 2 \cdot \Delta l$
$\Delta l = 0{,}5\,мм$ - пол цены деления линейки

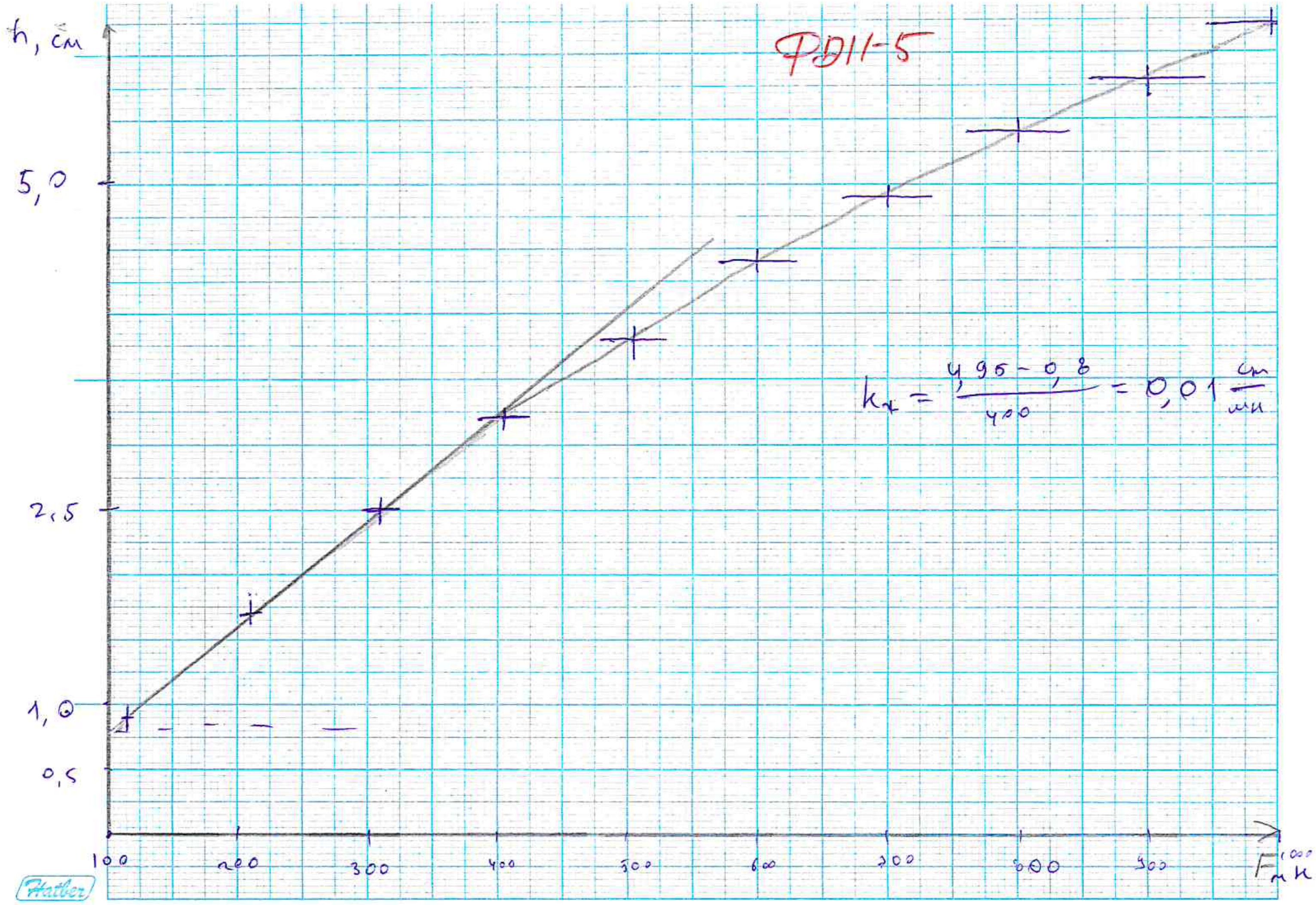
т.к. $F = Mg \Rightarrow \Delta F = \Delta M \cdot g$ $\Delta M = N \cdot \Delta m_г \Rightarrow$

$\Delta F = Ng \cdot \Delta m$;

2) Теперь выведем теор. зависимость ~~$F(h)$~~ $h(F)$



1) Т.к. резина подчиняется закону Гука $\Rightarrow T_0 = k(2L - 2L_0)$
$2L_0$ - длина резинки в нерастянутом сост.


ФД11-5
h, см
5,0
2,5
1,0
0,5
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
F, мН
$k_x = \frac{4,95 - 0,8}{400} = 0,01 \frac{см}{мН}$

$\Rightarrow$ ~~$L_0 = $~~ $\boxed{2kL_0 = 2kL - T_0}$

2) Теперь рассмотрим конечное состояние.

т.к. в узле А, ввиду равновесия $\sum F_A = 0 \Rightarrow$

на узел А действуют 3 силы: F и две силы T.

3) ~~т.к.~~ Разделим пружину на две одинаковые, тогда $k_1 = 2k$;

4) ~~Сила~~ тогда $T = k_1(L_1 - L_0) = 2k(L_1 - L_0) = 2kL_1 - 2kL_0$

по теореме пифагора $L_1 = \sqrt{L^2 + h^2}$

4) уле узла А, на Ox:

$2T\sin\alpha = F$; $\qquad \sin\alpha = \dfrac{h}{\sqrt{L^2+h^2}}$

$$\left.\begin{array}{l} F = 2 \cdot T\sin\alpha \\ \left.\begin{array}{l} T = 2kL_1 - 2kL_0 \\ 2kL_0 = 2kL - T_0 \\ L_1 = \sqrt{L^2+h^2} \end{array}\right\} \Rightarrow T = 2k(\sqrt{L^2+h^2} - L) + T_0 \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$F = 2 \cdot \frac{h}{\sqrt{L^2+h^2}}\left((2k\sqrt{L^2+h^2} - L) + T_0\right) \quad | \times (\sqrt{L^2+h^2})$$

$$F \cdot \sqrt{L^2+h^2} = 4k(\sqrt{L^2+h^2} - L)h + 2T_0 h$$

при $h \ll L$ $\sqrt{L^2+h^2} = L \Rightarrow$

т.е. $h \leq 0{,}1L$

В этом случае $h^2 < 0{,}01L^2 \Rightarrow \sqrt{L^2+h^2} \leq \sqrt{1{,}01L^2} \simeq L$, погрешность 1%.

тогда

$F \cdot L = 4k(L - L)h + 2T_0 h \Rightarrow$

$F \cdot L = 2T_0 h \qquad h = F \cdot \dfrac{L}{2T_0} \quad$ (при $h \ll L$)

Этому удовлетворяют N_{on} от $\boxed{1 \text{ до } 5}$

Тогда при ($h \ll L$) мы можем определить T_0,

т.к. $k_2 = \dfrac{L}{2T_0} = \dfrac{h}{F}$ – коэффициент наклона прямой, по графику определили k,

$\Rightarrow T_0 = \dfrac{L}{2k_2}$; $\quad$; $L = 29{,}5 \pm 0{,}1$ см

$k_2 = 0{,}01 \dfrac{\text{см}}{\text{мН}} = 0{,}1 \dfrac{\text{м}}{\text{Н}}$ $\quad$: $\varepsilon_{k_2} = \varepsilon_h + \varepsilon_F$

$\varepsilon_F = \varepsilon_{\Delta m} = \frac{0,5}{10} = 5\,\%.$ ~~$\varepsilon_h = 0,1$~~

$\varepsilon_{h\,max} = \frac{0,1}{0,9}\ \left(\frac{\Delta h}{h}\right) = 11,1\,\%$ $\varepsilon_{h\,min} = \frac{0,1}{3,1} \simeq 3,2\,\%$] =>

$\varepsilon_{h\,ср} = 7,1\,\%$ =>

~~k_1~~ $\varepsilon_{k_1} = 10,3\,\%$ $L = 29,5$ см $\pm 0,1 \Rightarrow \varepsilon_L = 0,3\,\%$

т.к. $T_0 = \frac{L}{2k_1}$; $\Rightarrow \varepsilon_{T_0} = \varepsilon_L + \varepsilon_{k_1} = 10,6\,\%$

$T_0 = 1,48$ Н; $\Delta T = 0,16$ =>

$T_0 = 1,47$ Н $\pm$ $\underline{0,16}$ Н.

Чтобы определить k, можем открепить один из концов пружины. Сначала ~~пусть~~ к свободному концу прикрепим скрепку + 3 гири.

Затем добавим туда ещё 5 гирь.

Измерив разность высот ~~Δh~~ h_1 ($\Delta h_1 = 0,1$ см) получим, что $5m_г g = k \cdot h_1$

$k = \frac{5m_г g}{h_1}$;

$h_1 = 1,7$ см $\pm 0,1$ см $\varepsilon_{h_1} = 5,9\,\%$

$m_г = 10,0 \pm 0,5$ г $\varepsilon_{m_г} = 5\,\%$] =>

$\varepsilon_k = \varepsilon_{h_1} + \varepsilon_{m_г} = 10,9\,\% \Rightarrow k = 28,9\ \frac{Н}{м}$

$\Delta k = 3,1\ \frac{Н}{м}$

Ответ: $k = 28,9 \pm 3,1\ \frac{Н}{м}$ $T_0 = 1,46 \pm 0,16$ Н

1. 2б
2. 1б
3. 0б
4. 2б
5. 2
6. — не то!
7. ~~не~~ нужно было определять из графика!
8. —
9. 1б

8б

№2

~~Чтобы~~ Заметим, что $C_0 = 1,0 \pm 0,2$ мФ $\Rightarrow \varepsilon_C = 20\%$

Это очень верно.

Пусть сразу ящик заряжен до $\mathcal{E} = 10,0$ В

Т.к. прошло достаточно большое время $\Rightarrow$

$I_R = 0$; $\Rightarrow U_R = 0$, поэтому R можно заменить

? сверхпроводником (можно убрать)

Из симметрии эквивалентной цепи

видно, что $U_{C_1} = \frac{\mathcal{E}}{2} = U_{C_2}$.

Теперь подключим незаряженный конденсатор C_0 к черному ящику. Спустя большое время на нем установится напряжение $U_0 = 6,36$ В $\varepsilon_{U_0} = 1\%$

тогда, по закону сохранения заряда

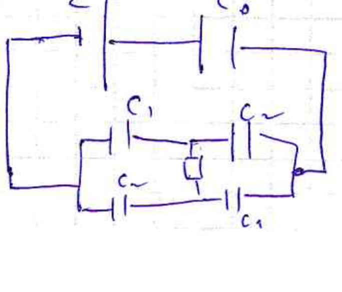
$$\left(\frac{C_1+C_2}{2}\right)\cdot(\mathcal{E}-U_0) = C_0 U_0$$

$$C_1 + C_2 = C_0 \frac{2U_0}{\mathcal{E}-U_0} = 3,5 \text{ мкФ}. \quad \varepsilon_{C_1+C_2} = 21\% \quad (\varepsilon_{U_0} + \varepsilon_{C_0})$$

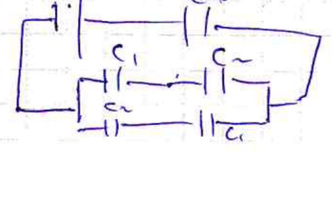
Далее определим r источника; ~~от~~ подключим мультиметр в режиме амперметра $\Rightarrow$

$$r = \frac{\mathcal{E}}{I_A} = 120 \text{ Ом}. \qquad \varepsilon_r = \varepsilon_{I_A} = 1\%$$

Далее соберем цепь



Т.к. по резистору ток не течет $\Rightarrow$ его можно убрать



$U_0 = 3,08$ В

$U_{C_0} = 5,27$ В

т.к $\cancel{C}\ C = 2 \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ => – общ. емкость серого ящика

$\frac{C}{C_0} = \frac{U_0}{U_C}$ -> $2\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \cdot$ $C_1 C_2 = 3,0$ (мкФ)^2

т.к $C_1 + C_2 = 3,5$ мкФ ->

? $C_1 = 3,5$ мкФ $- C_2$ =>

? $C_2^2 - 3,5 C_1 + 3,0 = 0$

$C_2 = \frac{3,5 \pm 0,5}{2}$ $C_1 = 1,5$ мкФ $C_2 = 2,0$ мкФ

=> $C_1 = 2,0$ мкФ, $C_2 = 1,5$ мкФ

Ответ: $C_1 = 2,0$ мкФ; $C_2 = 1,5$ мкФ

$\varepsilon_{C_1} = \varepsilon_{C_2} = 20\%$ => $C_1 = 2,0$ мкФ $\pm 0,5$ мкФ

$C_2 = 1,5 \pm 0,3$ мкФ.

1: —
2: 1б
3: 1б
4: —
5: 1б
6: 1б
7: 1б
8: 1б
9: —
10: 1б
11: 1б

11б