ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ГАЗПРОМ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 1 7 5 5

Класс 11 **Вариант** 2 **Дата Олимпиады** 03.02.19

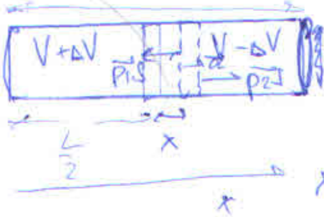
Площадка написания МГТУ им. Н.Э.Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	3	2	5	4	5	5	24	двадцать четыре	

① Дано: ℓ, m, ν, T

$\tau - ?$

Решение:



из ур-ние Менделеева-Клапейрона $p = \frac{\nu RT}{V}$

сила давления на поршень $pS = \frac{\nu RTS}{V}$

Сместим поршень на малое расстояние x, тогда из II з-на Ньютона:

$p \leq p_н$

$m\vec{a} = \vec{p_2}S - \vec{p_1}S$

$x: \; m\ddot{x} = \frac{\nu RTS}{V+\Delta V} - \frac{\nu RTS}{V-\Delta V}$; $m\ddot{x} = \frac{\nu RTS(V-\Delta V - V-\Delta V)}{V^2-\Delta V^2}$ ⊖

$m\ddot{x} + \frac{\nu RTS\Delta V \cdot 2}{V^2-\Delta V^2} = 0$; $m\ddot{x} + \frac{\nu RTS\, x\, S \cdot 2}{\left(\frac{\ell \cdot S}{2}\right)^2 - (xS)^2} = 0$; $m\ddot{x} + \frac{8\nu RT x}{\ell^2} = 0$

$(xS)^2 \to 0$ (т.к. x малое)

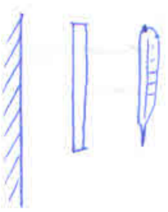
$\ddot{x} + \frac{8\nu RT}{\ell^2} \cdot x = 0$; $\omega = \sqrt{\frac{8\nu RT}{\ell^2}} = \frac{2}{\ell}\sqrt{2\nu RT}$; $\tau = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi\ell}{2}\frac{1}{\sqrt{2\nu RT}} = \frac{\pi\ell}{\sqrt{2\nu RT}}$

Ответ: $\tau = \frac{\pi\ell}{\sqrt{2\nu RT}}$ ⊖ 3

③ Дано: $R = const$, $U_0 = 220$ В

$U_1 - ?$

Решение:



Изначально на термометр попадает тепло только от той стороны нагревателя, кот. повернута к нему

$Q_1 = \frac{U_0^2 t}{R}$

После установки зеркала на термометр будет попадать в 2 раза больше тепла, т.к. до него также доходит отраженное зеркалом тепло от другой стороны нагревателя

$Q_2 = \frac{2U_1^2 t}{R}$

$Q_1 = Q_2 \Rightarrow \frac{U_0^2 t}{R} = \frac{2U_1^2 t}{R} \Rightarrow U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = \frac{220}{\sqrt{2}} \approx 157$ В

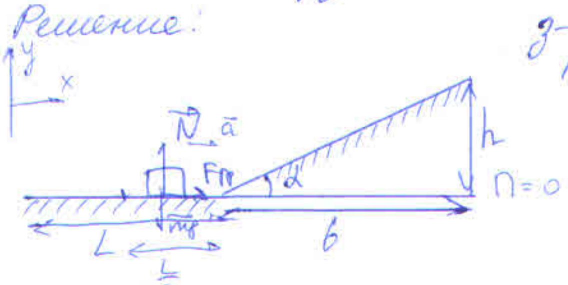
⊕ 5

Ответ: $U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 157$ В

④ Дано: h, b, P, μ

$m - ?$

Решение:



з-н ~~сохр~~ измен. мех. энергии:

$mgh = A_{тр}$

II з-н Ньютона:

$y: \; N = mg$

$x: \; ma = F_{тр}$

$ma = mg\mu$

$mgh = mg\mu L$ (L – расстояние пройденное телом до остановки)

(4) продолжение

$L = \frac{mgh}{mg\mu} = \frac{h}{\mu}$; з-н сохр. энергии: $mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$ – скорость при сходе на гор. пов-ть

определим время, за которое брусок пройдет $\frac{L}{2}$ двигаясь с $a = g\mu$

$\frac{L}{2} = vt - \frac{at^2}{2}$; $\frac{L}{2} = \sqrt{2gh}\cdot t - \frac{g\mu}{2}t^2$

~~подставим числовые значения, чтобы не двигаться с громоздким,~~

$\frac{h}{2\mu} = \sqrt{2gh}\cdot t - \frac{g\mu}{2}t^2 \Rightarrow t = \frac{\sqrt{2gh}\pm\sqrt{gh}}{g\mu}$

$P = \frac{F_{тр}\cdot L}{t\cdot 2}$; $P = \frac{mg\mu\frac{h}{\mu}}{2\cdot\left(\frac{\sqrt{2gh}\pm\sqrt{gh}}{g\mu}\right)}$; $P = \frac{mg^2h\mu}{2(\sqrt{2gh}\pm\sqrt{gh})}$

− 3

$m = \frac{p\cdot 2(\sqrt{2gh}\pm\sqrt{gh})}{g^2h\mu}$

Ответ: $m = \frac{2p(\sqrt{2gh}\pm\sqrt{gh})}{g^2h\mu}$ −

(5) Дано: $k; m$

A – ?

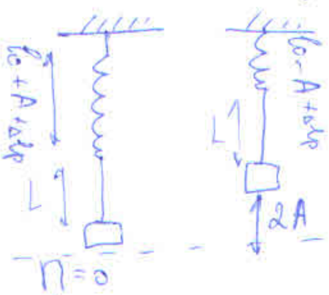
Решение:

1) Найдем каким k_0 будет обладать пружина, если заменить две имеющихся на одну

$\begin{cases} k_1x_1 + k_2x_2 = k_0x \\ x = x_1 + x_2 \\ \frac{x_1}{x_2} = \frac{k_2}{k_1} \end{cases} \Rightarrow$ $x_1 = \frac{xk_2}{k_1+k_2}$; $x_2 = \frac{xk_1}{k_1+k_2}$

$k_0 = \frac{k_1k_2}{k_1+k_2}$; при $k_1 = k_2 = k$ $k_0 = \frac{k^2}{2k} = \frac{k}{2}$

2) Нить будет все время натянута, если в момент максимального сжатия пружины скорость груза будет равна нулю:



груз оттянули вниз на A

з-н сохр. энергии:

$\frac{k_0(A+\Delta l_p)^2}{2} = mg\cdot 2A + \frac{k_0(\Delta l_p - A)^2}{2}$

$\frac{k_0(A^2+2A\Delta l+\Delta l^2+\Delta l^2-2\Delta lA+A^2)}{2} = mg\cdot 2A$

$k_0(A^2+\Delta l^2) = mg2A$

$A^2 - \frac{2mg}{k_0}A + \Delta l^2 = 0$ (1)

в положении равновесия: $mg = k_0\Delta l$ $\Delta l = \frac{mg}{k_0}$

$A^2 - \frac{2mg}{k_0}A + \left(\frac{mg}{k_0}\right)^2 = 0$

$A = \frac{mg}{k_0} = \frac{2mg}{k}$

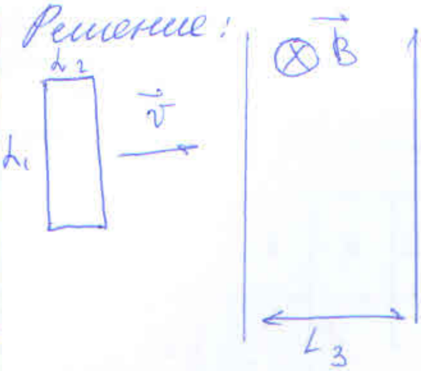
(+) 5

Ответ: $A = \frac{2mg}{k}$

(6) Дано:
$R = 1$ Ом
$v = 10$ м/с
$B = 0,5$ Тл
$L_1 = 0,10$ м
$L_2 = 0,05$ м
$L_3 > L_2$

Q - ?

Решение:



$$\mathcal{E} = \frac{-d\Phi}{dt} = \frac{-B\Delta S}{\Delta t}$$

$$Q_1 = \frac{\mathcal{E}^2 \Delta t}{R} = \frac{(B\Delta S)^2 \Delta t}{\Delta t^2 R} = \frac{(B\Delta S)^2}{\Delta t R}$$

$$Q_1 = \frac{B^2 L_1^2 L_2^2 v}{R L_2} = \frac{B^2 L_1^2 L_2 v}{R}$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow Q = 2Q_1$$

$$Q = \frac{2B^2 L_1^2 L_2 v}{R} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 0,01 \cdot 0,05 \cdot 10}{1} = 25 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

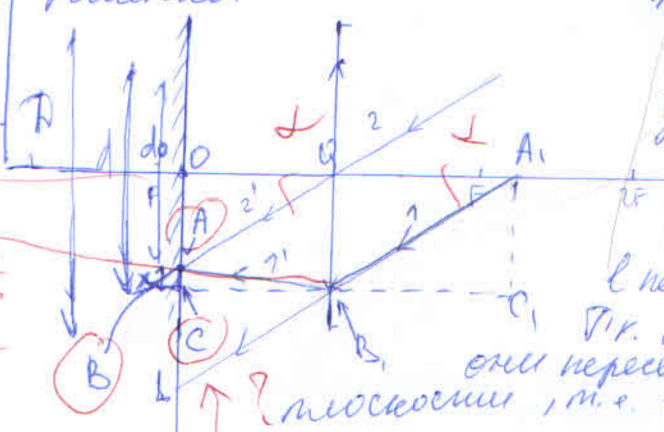
Ответ: $Q = \frac{2(BL_1)^2 L_2 v}{R} = 25 \cdot 10^{-4}$ Дж

(+) 5

(2) Дано:
$F, d,$
D, f

d_0 - ?

Решение:



L

$$\frac{d_0/2}{L-F} = \frac{d/2}{f}$$

1) $f > F$
Рассмотрим луч 1, проходящий через крайнюю точку линзы B_1 и луч 2, проходящий через оптич. центр линзы, он пересечет главную l (l ч/з B_1 и $\perp$ линзе) (на своем продолжении) в точке B и экран в A; l пересекает экран в т. C
Т.к. лучи 1 и 2 параллельны, то они пересекутся за линзой в фокальной плоскости, т.е. в т. A.

$\Delta BAC \sim \Delta B_1A_1C_1$: $BC = |f - F|$, $B_1C_1 = f$; $A_1C_1 = \frac{d}{2}$; $AC = x$

$$\frac{|f-F|}{f} = \frac{2x}{d} \Rightarrow x = \frac{d|f-F|}{2f} \Rightarrow d_0 = d - 2x = d - \frac{d|f-F|}{f}$$

$$d_0 = \frac{d(f - |f-F|)}{f}$$; Ниже точку A лучи не могут упасть на экран после прохождения линзы, значит 2OA - наименьший диаметр, отбрасываемой тени
если $f > F$

Ответ: $d_0 = \frac{d(f - |f-F|)}{f}$, если $f > F$

2) $f < F$: точка окажется ниже, чем т. L ($A_1B_1 \cap$ пл-ть экрана)
значит рассм. $\Delta OLA \sim QB_1A_1$: $\frac{d_0 \cdot 2}{2d} = \frac{f+F}{F} \Rightarrow d_0 = \frac{d(f+F)}{F}$

Ответ: $d_0 = \frac{d(f - |f-F|)}{f}$ при $f > F$

$d_0 = \frac{d(f+F)}{F}$ при $f < F$

0 1