Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

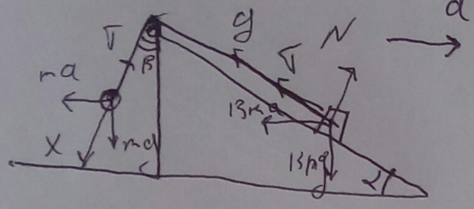
Шифр: **21203345**

ID профиля: **275038**

Вариант 5

Чистовик.

№1.



Дано:
$\cos\beta = \frac{4}{5}$
$\sin\alpha = \frac{12}{13}$

Найти:
1) a - ?
2) a_0 - ?
3) τ - ?

Введём силы инерции для шарика $- ma$, для бруска $- 13ma$

Сила инерции и сила тяжести для шарика связаны соотношением: $\frac{ma}{mg} = tg\,\beta \Rightarrow$

$\Rightarrow a = g\,tg\,\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} g = \frac{3}{4} g \approx 7{,}5\,м/с^2$

Запишем 2 з Н:

Ox: $ma_0 = ma\sin\beta + mg\cos\beta - T$

Oy: $13ma_0 = T + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha$

$14ma_0 = ma\sin\beta + mg\cos\beta + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha$

$14a_0 = g\left(\frac{3}{4}\sin\beta + \cos\beta\right) + g\left(13\cdot\frac{3}{4}\cos\alpha - 13\sin\alpha\right) =$

$= g\left(\frac{3}{4}\cdot\frac{3}{5} + \frac{4}{5}\right) + g\left(\frac{3}{4}\cdot 12 - 5\right) = g\left(\frac{9}{20} + \frac{4}{5} + 4\right) =$

$= 5{,}25g \Rightarrow a_0 = \frac{5{,}25}{14} g = 0{,}375g \approx 3{,}75\,м/с^2$

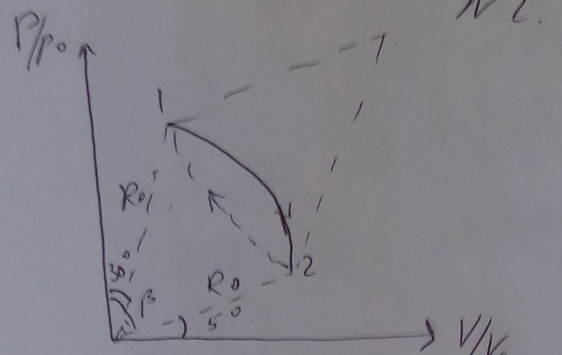
ЗСЭ: $mgH = \frac{mv^2}{2} + \frac{13mv^2}{2} = 7mv^2$; Т.к. у шара вначале нет скорости, то $v = a_0\tau$. Окончательно имеем:

$gH = 7a_0^2\tau^2 \Rightarrow \tau = \frac{1}{a_0}\sqrt{\frac{gH}{7}} = \frac{8}{3g}\sqrt{\frac{gH}{7}} \approx 0{,}3\sqrt{H}$

Ответ: 1) $a = \frac{3}{4}g \approx 7{,}5\,м/с^2$; 2) $a_0 = 0{,}375g \approx 3{,}75\,м/с^2$; $\tau = \frac{8}{3g}\sqrt{\frac{gH}{7}} \approx 0{,}3\sqrt{H}$

Чистовик

№2.



1) $\frac{T_1}{T_2}$ - ?

2) α - ?

3) $\frac{A}{A_{12}}$ - ?

По закону Менделеева-Клапейрона

$p_1V_1 = \nu R T_1$; Пусть R_0 - радиус дуги 1-2 ; тогда

$p_2V_2 = \nu R T_2$

$p_1 = p_0 \cdot R_0 \cos 30°$

$V_1 = V_0 R_0 \cdot \sin 30°$

$p_2 = p_0 R_0 \sin 5°$

$V_2 = V_0 R \cos 5°$

1) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{p_0 V_0 R_0 \cdot R_0 \cdot \cos 30° \cdot \sin 30°}{p_0 V_0 \cdot R_0 \cdot R_0 \cdot \cos 5° \cdot \sin 5°} = \frac{\cos 30° \cdot \sin 30°}{\cos 5° \cdot \sin 5°} = \frac{\sin 60°}{\sin 10°} \approx \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 0{,}1737} \approx \frac{1{,}732}{2 \cdot 0{,}1737} \approx \frac{10}{2} = 5$

$=$

A_{12} - работа при расширении; $A_{12} = \frac{1}{2} \beta R_0^2 = \frac{11\pi}{72} R_0^2$

$\beta = \frac{\pi}{180} \cdot (90 - 30 - 5) = \frac{\pi \cdot 55}{180} = \frac{11\pi}{36}$

A_{21} - работа при сжатии; A - работа за цикл

$A = A_{12} - A_{21}$

$A_{21} = S_{ромба} - A_{12} = R_0^2\left(\sin 55° - \frac{11\pi}{72}\right)$

$A = -R_0^2\left(\sin 55° - \frac{11\pi}{72}\right) + R_0^2 \frac{11\pi}{72} = R_0^2\left(\frac{11\pi}{36} - \sin 55°\right)$

3) $\frac{A}{A_{12}} = \frac{\frac{11\pi}{36} - \sin 55°}{\frac{11\pi}{72}} = 2 - \sin 55° \cdot \frac{72}{11\pi} \approx 0{,}3$

2

чистовик

$C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{\nu dT} = 0$

$pV = \nu RT$ $\qquad \frac{pdV}{dT} = -\frac{3}{2}R\nu$

$tg\alpha = \frac{p}{V}$ $\qquad \frac{dV}{dT} = -\frac{3}{2}\frac{V}{T}$

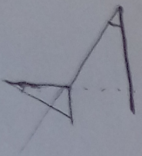
$V^2 tg\alpha = \nu RT$

$\frac{dV}{dT} = \frac{\sqrt{\nu R \cancel{T} tg\alpha}}{2T}$ $\qquad \cancel{\sqrt{\nu RT tg\alpha} = -3V}$

Ответ: 1) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 10^\circ} \approx 5$; 3) $\frac{A}{A_2} = 2 \cdot \sin 55^\circ \approx 0{,}5$

2) $\alpha = 45^\circ$

21203345 (U275038 M1267056)

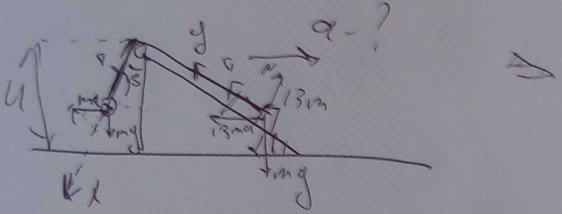


Черновик

$a - ?$

$T - ?$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$



$ma_0 = \cancel{ma\sin\beta + mg\cos\beta} - T + ma\sin\beta + mg\cos\beta$

$13ma_0 = T \cancel{+} 13mg\sin\alpha + 13ma\cancel{\sin}\cos\alpha$

$tg\beta = \frac{mg}{ma} = \frac{g}{a} \Rightarrow a = g\,\cancel{ctg}\beta = g\cdot\frac{\cancel{\sin\beta}}{\cancel{\cos\beta}} = g\cdot\frac{4}{3}\frac{5}{4}$

$14ma_0 = -13mg\sin\alpha + 13ma\,\overset{\cos}{\cancel{\sin}}\,\alpha + ma\sin\beta + mg\cos\beta$

$14a_0 = -13g\sin\alpha + 13a\cancel{\sin}\cos\alpha + \frac{8}{3}g\sin\beta + g\cos\beta$

$14a_0 = 13g\left(-\sin\alpha + \frac{8}{7}\cos\alpha\right) + g\left(\frac{8}{3}\sin\beta + \cos\beta\right) =$

$= 13g\left(-\frac{5}{13} + \frac{8}{7}\cdot\frac{12}{13}\right) + g\left(\frac{8}{3}\frac{3}{5} + \frac{4}{5}\right) =$

$\cancel{= g(-5 + 16) + g\left(\frac{8}{5}\right) = g\left(11 + \frac{8}{5}\right)}$

$\cancel{a_0 = 0{,}9\ м/с^2}$ $a_0 = \frac{9}{10}g \approx 9\ м/с^2$ $\sin\alpha = \frac{5}{13}$

$= g(9 - 5) + \left(\frac{3}{20} + \frac{4}{5}\right)g = 5{,}25g$

$a_0 = 0{,}375g \approx 3{,}75\ м/с^2$

черновик

$$mgH = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{13mv_1^2}{2} = 7mv_1^2$$

$$gH = 7v_1^2$$

$$v_1 = a_0\tau$$

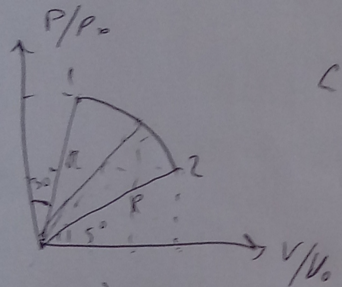
$$gH = 7a_0^2\tau^2 \Rightarrow \tau = \frac{1}{a_0}\sqrt{\frac{gH}{7}} =$$

1) $\frac{T_1}{T_2}$: !

2) c :

3) A :

№2



$$c = \frac{3}{2}R + p_0\frac{dV}{dT}$$

$$p_1V_1 = \nu RT_1$$
$$p_2V_2 = \nu RT_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{\sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}{\cos 5^\circ \cdot \sin 5^\circ} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 10^\circ} \approx \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 0{,}1736} \approx \frac{1{,}732}{2 \cdot 0{,}1736} \approx 5$$

$$V_1 = R \cdot \sin 30^\circ \cdot V_0$$
$$p_1 = R \cdot \cos 30^\circ \cdot p_0$$
$$V_2 = R \cdot \cos 5^\circ \cdot V_0$$
$$p_2 = R \cdot \sin 5^\circ \cdot p_0$$

$$\frac{p}{V} = tg\,\varphi$$

$$V^2\, tg\,\varphi = \nu RT$$

$$\frac{dV}{dT} = \frac{d\left(\sqrt{\nu RT\, ctg\,\varphi}\right)}{dT} = \frac{\sqrt{\nu R\, ctg\,\varphi}}{2T}$$

$$\frac{p}{V} \cdot \frac{\sqrt{\nu R\, ctg\,\varphi}}{2T} = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{\sqrt{\nu R\, ctg\,\varphi}}{2\nu V} = \frac{3}{2}R \quad ; V = V_0 R_0 \cos\varphi$$

$$\sqrt{\nu R\, ctg\,\varphi} = 3R\nu V_0 R_0 \cos\varphi$$

$$\sqrt{ctg\,\varphi} = 3\sqrt{\nu R}$$

Черновик

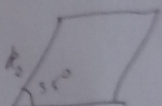
$$A_{12} = \frac{1}{2}\alpha r_0^2 = \frac{5\pi}{36} r_0^2$$

$$\alpha = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ \qquad \frac{180^\circ}{50^\circ} = \frac{\pi}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{\pi \cdot 55}{180^\circ} = \frac{5}{18}\pi$$

$$A_{21} = \cancel{A} \; A_{12} - A$$

$$A_{21} = S_{\text{ромба}} - A_{12} =$$



$$S_{\text{ромба}} = r_0^2 \times \sin 55^\circ$$

$$= r_0^2\left(\sin 55^\circ - \frac{5\pi}{36}\right)$$

$$A = \frac{5\pi}{36} r_0^2 - r_0^2\left(\sin 55^\circ - \frac{5\pi}{36}\right) - r_0^2\left(\sin 55^\circ + \frac{5\pi}{18}\right)$$

$$\frac{A}{A_{12}} = \frac{r_0^2\left(\sin 55^\circ + \frac{5\pi}{18}\right)}{r_0^2 \, \frac{5\pi}{36}} = \frac{\sin 55^\circ}{5\pi} 36 + 2 \approx 3{,}\cancel{8}88$$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21203345**

ID профиля: **275038**

Вариант 5

Черновик

$\mathcal{E} = U_{C_1} + L\frac{dI}{dt}$ $\qquad U_{C_1} = \mathcal{E}$

$\mathcal{E} q = \Delta W + Q$

$q = CU_{C_1}$

$\Delta W = \frac{CU_{C_1}^2}{2} + CU_{C_1}^2$

$I_0 = I_L + I_{C_2} \Rightarrow q_0 = q_L + q_{2C}$

$\mathcal{E} = \frac{q_0}{C} + \frac{q_{C_2}}{2C} \Rightarrow q_{2C} = 2(C\mathcal{E} - q_0)$

$\frac{d q_{2C}}{dt} = 2C\frac{dU_{2C}}{dt} = I_{C_2} = 2C\left(\frac{d(\mathcal{E}-U_{C_1})}{dt}\right) = -2C\frac{dU_{C_1}}{dt}$

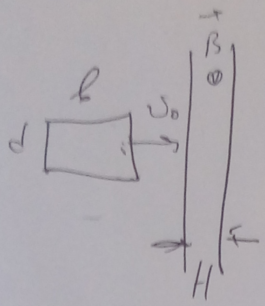
$(\mathcal{E} - U_{C_1})\,dt = L\,dI = L(dI_{C_1}\ dI_{C_2})$

$I_{C_1} = C\frac{dU_{C_1}}{dt}$

$C\frac{dU_{C_1}}{dt} = -2C\frac{dU_{C_1}}{dt} + I_L$

$I_L = 3C\frac{dU_C}{dt} = 3I_0$

Чернетка



$h = \frac{d}{3}$

$b = 2d$

1) a_0 - ?

2) v_1 - ?

3) v_2 - ?

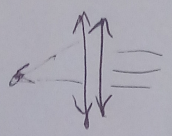
$ma_0 = ILB = \frac{B^2 l^2 v_0}{R} \Rightarrow a_0 = \frac{B^2 l^2 v_0}{mR}$

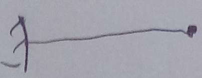
$\mathcal{E} = l v_0 B$

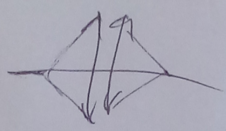
$I = \frac{l v_0 B}{R}$

$D_0 + D_3 = \frac{1}{a} + \frac{1}{F}$

$\frac{D_2}{D_1} = 2$







$\frac{1}{50} - \frac{2}{25} = -\frac{3}{50}$

$2D_1 + D_0 = \frac{2}{d} + \frac{2}{F}$

$\cancel{\frac{1}{0,5} - \frac{2}{0,25} = 2 - 8 = -6}$

$D_2 + D_0 = \frac{2}{F} = 2D_1 + D_0$

$D_0 = \frac{2}{d} + \frac{1}{F}$;

$\cancel{D_0 = \frac{1}{d}}$

$\cancel{\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{x}}$

$D_0 = \frac{1}{x} + \frac{1}{F} = \frac{2}{d} + \frac{1}{F}$

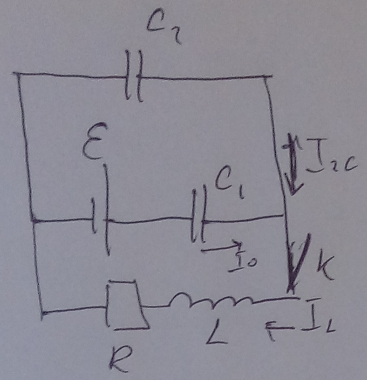
$\boxed{x = \frac{d}{2}}$

$D_1 - D_2 = \frac{1}{d} = \frac{D_2}{2} - D_2 = -\frac{D_2}{2}$

$D_2 = -\frac{2}{d} = -8$ дптр.

21203345 (U275038 M1267057)

Чистовик
№3



$C_1 = C$

$C_2 = 2C$

1) $I_1' - ?$

2) $Q - ?$

3) $I_L - ?$

Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе C_1 равно 0 и ток через R тоже равен 0. Поэтому:

$\mathcal{E} = L I_1' \Rightarrow I_1' = \frac{\mathcal{E}}{L}$

В установившемся режиме:
Токи через конденсаторы равны нулю.

$\mathcal{E} = U_{C_1} + U_{C_2}$

$\mathcal{E} = U_{C_1} + L\frac{dI}{dt} + IR$, т. к. режим установился, то $L\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow U_{C_1} = \mathcal{E}$, $U_{C_2} = 0$

ЗСЭ:

$\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_C + Q$; $Q = C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$\Delta q = CU_C = C\mathcal{E}$; $\Delta W_C = \frac{CU_{C_1}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$I_0 = I_L + I_{2C}$; $I_0 = C\frac{dU_C}{dt}$; $I_{2C} = 2C\frac{dU_{2C}}{dt} =$

$= 2C\frac{d(\mathcal{E} - U_C)}{dt} = -2C\frac{dU_C}{dt} = -2I_0$

1

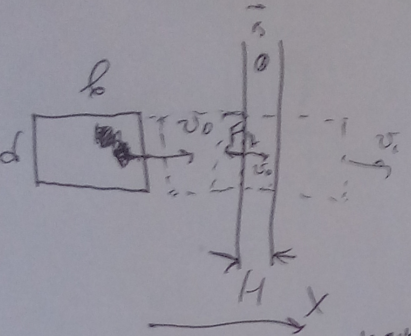
Чистовик.

$I_0 = -2I_0 + I_1 \Rightarrow I_1 = 3I_0$

Ответ: 1) $I_1' = \frac{\mathcal{E}}{L}$; 2) $Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$; 3) $I_1 = 3I_0$

Чистовик

№4.



$H = \frac{d}{3}$

$b = 2d$

1) $a_0 - ?$

2) $v_1 - ?$

3) $v_2 - ?$

При входе рамки в магнитное поле, на рамку будет действовать сила ампера, и будет возникать ЭДС индукции $\mathcal{E}_i$ (сила ампера F_A будет иметь отрицательную проекцию на ось X)

2 З.Н.:

$m a_0 = I d B$

$\mathcal{E}_0 = B d v_0$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B d v_0}{R}$ $\Rightarrow$ $\boxed{a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}}$

$\mathcal{E} = B d v$

$m\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 v d^2}{R}$; $dx = v\,dt$

$m\int_{v_0}^{v_1} dv = \int_0^H -\frac{B^2 d^2}{R}\,dx$

$m(v_0 - v_1) = \frac{B^2 d^2 H}{R} \Rightarrow v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^2 H}{mR} = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$

В момент ~~входа~~ второй стороны рамки в поле её скорость будет v_1.

$m\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 d^2 v}{R}$

$m\int_{v_1}^{v_2} dv = -\int_0^H \frac{B^2 d^2}{R}\,dx$; $v_1 - v_2 = \frac{B^2 H d^2}{3mR} \Rightarrow v_2 = v_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}$

Ответ: 1) $|a_0| = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$; 2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$; 3) $v_2 = v_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}$

3

Чистовик. N 5.

$a = 50$ см.

$d = 25$ см

$\frac{D_2}{D_1} = 2$

1) x - ? ; D_2 - ?

2) D_3 - ?

Пусть D_0 – оптическая сила глаза человека.

Тогда его глаза с очками можно представить как систему из двух линз, которая будет иметь оптическую силу $D_0 + D$.

С очками для рассмотрения предметов на дальнем расстоянии:

(1) $D_0 + D_2 = \frac{1}{F} = D_0 + 2D_1$

С очками для чтения текста с расстояния d:

(2) $D_0 + D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} \,\Big|\cdot 2$ (домножим уравнение (2) на 2 и вычтем уравнение (1))

$D_0 = \frac{2}{d} + \frac{2}{F} - \frac{1}{F} = \frac{2}{d} + \frac{1}{F}$; * $\underline{D_1 - D_2 = \frac{1}{d} = -\frac{D_2}{2} \Rightarrow D_2 = -\frac{2}{d} = -8 \text{ Дптр}}$

Когда человек без очков:

$D_0 = \frac{1}{F} + \frac{1}{x}$, $\frac{1}{F} + \frac{1}{x} = \frac{2}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow x = \frac{d}{2} = 12{,}5$ см.

Для рассмотрения с расстояния a:

$D_0 + D_3 = \frac{1}{a} + \frac{1}{F} \Rightarrow D_3 = \frac{1}{a} + \frac{1}{F} - D_0 = \frac{1}{a} - \frac{2}{d} = \frac{1}{0{,}5} - \frac{2}{0{,}25} =$

$= -6$ Дптр.

Ответ: $x = \frac{d}{2} = 12{,}5$ см; $D_3 = -6$ Дптр.

$D_2 = -\frac{2}{d} = -8$ Дптр.

* выражение для нахождения D_2

21

21203345 (U275038 M1267057)