Часть 1

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

Шифр: **21200143**

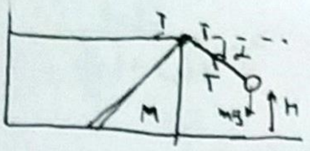
ID профиля: **90853**

Вариант 2

Чистовик

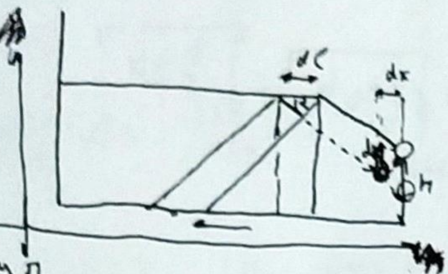
Физика 11 кл.

1



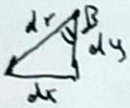
α - const $\quad \cos\alpha = \frac{4}{5}$

Рассмотрим смещение системы через промежуток времени dt. Пусть клин сместился на dl. Тогда шарик опустился на dh, причём, если начальная длина наклонного участка нити равна l_0, то $dh = l_0 \sin\alpha - (l_0 + dl)\sin\alpha = -dl\sin\alpha$, то есть шарик опустится на $dy = dl \cdot \sin\alpha$

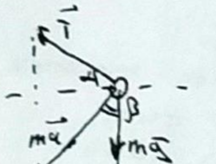


~~Пусть начальные координаты шарика: x y. Тогда y' = y - dy = y - dl sin~~

~~x' = x~~ По горизонтали шарик сместился на $dx = l_0\cos\alpha - (l_0 + dl)\cos\alpha + dl = dl(1-\cos\alpha)$ влево. Поскольку мы рассматриваем малый промежуток времени dt, а начальная скорость шарика равна нулю, шарик будет смещаться вдоль линии ускорения $d\vec{r} \uparrow\uparrow \vec{a}$ $\quad tg\beta = \frac{dx}{dy} = \frac{dl(1-\cos\alpha)}{dl\sin\alpha} = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{1-\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{1}{3}$



Приведённые рассуждения верны для любого момента времени (всё, что относится к малым смещениям). Значит в любой момент времени направление смещения шарика постоянно. Значит постоянны по направлению скорость и ускорение шарика. $m\vec{g}$ и $\vec{T}$ постоянны по направлению => для постоянства по направлению



$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

ускорения шарика должна быть постоянна $\underbrace{\vec{T}}_{\text{величина}}$ => ускорение шарика тоже постоянно.

II з.н. для шарика:

$$\begin{cases} y: & ma\cos\beta = mg - T\sin\alpha \\ x: & ma\sin\beta = T\cos\alpha \end{cases}$$

$$tg\beta = \frac{T\cos\alpha}{mg - T\sin\alpha} \qquad tg\beta \cdot mg = T\cos\alpha + T\sin\alpha\, tg\beta$$

$$T = \frac{mg\, tg\beta}{\cos\alpha + \sin\alpha\, tg\beta}$$

Ускорение клина направлено горизонтально к стене

Связь смещения клина со смещением шарика: $dl = \frac{dx}{1-\cos\alpha}$

Дважды продифференцировав по времени, получим $a_{кл} = \frac{a_x}{1-\cos\alpha}$

Для шарика: II з.н. $ma_x = T\cos\alpha \quad a_x = \frac{T\cos\alpha}{m} = \frac{g\, tg\beta\cos\alpha}{\cos\alpha + \sin\alpha\, tg\beta} = \frac{g\, tg\beta}{1 + tg\alpha\, tg\beta}$

$$a_{кл} = \frac{a_x}{1-\cos\alpha} = \frac{g\, tg\beta}{(1 + tg\alpha\, tg\beta)(1-\cos\alpha)} = g \cdot \frac{\frac{1}{3}}{\left(1 + \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{4}\right)\left(1 - \frac{4}{5}\right)} = g\frac{\frac{1}{3}}{\frac{5}{4}\cdot\frac{1}{5}} = \frac{4}{3}g$$

Чистовик Физика 11 класс

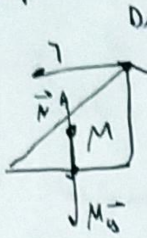
Для шарика: II з.н. $ma_y = mg - T\sin\alpha$

$$a_y = g - \frac{T\sin\alpha}{m} = g - g\,\frac{\sin\alpha\, tg\beta}{\cos\alpha+\sin\alpha\, tg\beta} = g\left(1-\frac{tg\beta}{ctg\alpha+tg\beta}\right) = g\cdot\frac{ctg\alpha}{ctg\alpha+tg\beta} =$$

$$= g\cdot\frac{\frac{4}{3}}{\frac{4}{3}+\frac{1}{3}} = \frac{4}{5}g$$

Время, за которое шарик достигнет стола: $H = \frac{a_y\cdot\tau^2}{2}$ $\tau = \sqrt{2a_yH} = \sqrt{\frac{8}{5}gH}$

Горизонтальная сила, действующая на клин $F_x = T(1-\cos\alpha)$



Для клина II з.н.

$M a_{кл} = T(1-\cos\alpha)$

$a_{кл} = \frac{a_x}{1-\cos\alpha}$; $a_x = \frac{T\cos\alpha}{m}$

$$M\cdot\frac{T\cos\alpha}{m(1-\cos\alpha)} = T(1-\cos\alpha) \qquad \frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} = \frac{\frac{4}{5}}{\left(1-\frac{4}{5}\right)^2} = 20$$

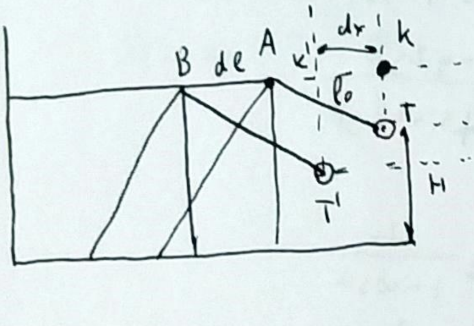
Ответ: 1) $tg\beta = \frac{1}{3}$

2) $a_{кл} = \frac{4}{3}g$

3) $\frac{m}{M} = 20$

4) $\tau = \sqrt{\frac{8}{5}gH}$

* Подробнее про перемещения. После смещения клина на dl длина ~~наклонн.~~ горизонтального участка нити уменьшилась на dl => длина наклонного участка нити увеличилась на dl.



$AK = l_0\cos\alpha$

$BK = \cancel{AK} + (l_0+dl)\cos\alpha + dx$

$AK + dl = BK$

$l_0\cos\alpha - dl = (l_0+dl)\cos\alpha + dx \Rightarrow dx = dl(1-\cos\alpha)$

$KT = l_0\sin\alpha$ $K'T' = (l_0+dl)\cdot\sin\alpha$

$K'T' = KT + dy$ $dy = K'T' - KT = dl\sin\alpha$

Чистовик

② $C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

$dQ = \nu C(T)\, dT$ $\quad Q_1 = \int_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} \nu C(T)\, dT = \int_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \cdot T\, dT = \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{T_0^2 - \left(\frac{T_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{15}{16} \nu R T_0$

$Q_1 = -\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} dQ$

$$Q = \int_{T_0}^{T_1} \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} T\, dT = \frac{5 \nu R}{4 T_0} \left(T_1^2 - T_0^2\right)$$

$Q = A + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ (He – одноатомный газ)

$$A = Q - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{5 \nu R}{4 T_0} \left(T_1^2 - T_0^2\right) - \frac{3}{2} \nu R \left(T_1 - T_0\right) = \frac{\nu R}{4 T_0} \left(5 T_1^2 - 5 T_0^2 - 6 T_1 T_0 + 6 T_0^2\right) =$$

$$= \frac{\nu R}{4 T_0} \left(5 T_1^2 - 6 T_1 T_0 + T_0^2\right) = \frac{\nu R}{4 T_0} \left(T_1 - T_0\right)\left(5 T_1 - T_0\right)$$

$f(T_1) = 5 T_1^2 - 6 T_1 T_0 + T_0^2$ – парабола ветвями вверх. Минимум функции – вершина параболы $T_1 = \frac{6 T_0}{2 \cdot 5} = \frac{3}{5} T_0$

$$A_{min} = A(T_1) = \frac{\nu R}{4 T_0} \left(\frac{3}{5} T_0 - T_0\right)\left(5 \cdot \frac{3}{5} T_0 - T_0\right) = \frac{\nu R}{4 T_0} \cdot \left(-\frac{2}{5} T_0\right)\left(2 T_0\right) = -\frac{\nu R T_0}{5}$$

~~Ответ $A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{5}$~~

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{15}{16} \nu R T_0$

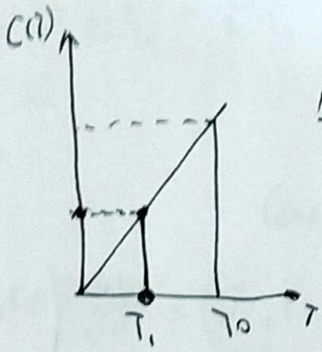
2) $T_1 = \frac{3}{5} T_0$

3) $A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{5}$

черновик

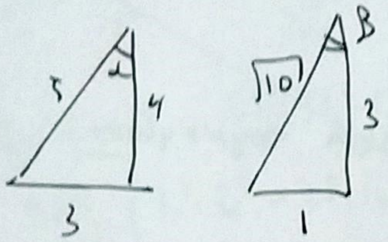
$$Q = \int_{T_0}^{T_1} c(T)\,dT = \int_{T_0}^{T_1} \frac{5}{2}\nu R \frac{T}{T_0}\,dT = \frac{5\nu R}{4T_0}\cdot(T_1^2 - T_0^2)$$

$$Q = A + \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_0) \qquad A = \frac{5\nu R}{4T_0}\left(T_1^2 - T_0^2 - 2T_0(T_1 - T_0)\right) = \frac{5\nu R}{4T_0}\left(T_1^2 - 2T_0T_1 + T_0^2\right)$$



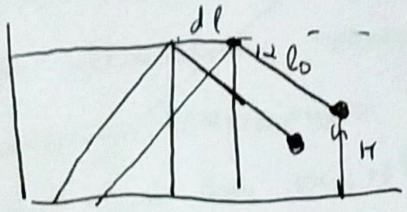
$$\Delta Q = \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{T_1 + T_0}{2}\right)\cdot(T_1 - T_0)$$

$$-\frac{95}{16}\nu R T_0 = A - \frac{5}{4}\nu R T_0$$



$$\frac{5\nu R}{4T_0}(T_1^2 - T_0^2) - \frac{3\nu R}{2}(T_1 - T_0) = \frac{\nu R}{2}(T_1 - T_0)\left(\frac{5(T_1 + T_0)}{2T_0} - 3\right) =$$

$$= \frac{\nu R}{2}(T_1 - T_0)\cdot(5T_1 + 5T_0 - 6T_0) = \frac{\nu R}{2}(T_1 - T_0)(5T_1 - T_0)$$



$$(l_0 + dl)\sin\alpha - l_0\sin\alpha = dy$$

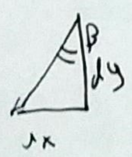
$$dl\sin\alpha = dy$$

$$dl + l_0\cos\alpha - (dl + l_0)\cos\alpha = dx$$

$$dl(1 - \cos\alpha) = dx$$

$$v_y = v_{кл}\cdot\sin\alpha$$

$$v_x = v_{кл}\cdot(1 - \cos\alpha)$$



$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{1 - \frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{Mv_{кл}^2}{2} + \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_y^2}{2} = mg\Delta y$$

$$M\cdot v_{кл}\cdot a_{кл} + mv_x a_x + mv_y a_y = mg\cdot v_y$$

$$\frac{M}{m}\cdot a_{кл} + (1 - \cos\alpha)a_x + \sin\alpha\, a_y = g\sin\alpha$$

②

Черновик

$c(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

1) $dQ = \nu c(T) dT$ $\quad Q_* = \int_0^{Q_*} dQ = \int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} \nu c(T) dT = \int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} \frac{5}{2} R \nu \frac{T dT}{T_0} = \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2 - T_0^2}{2} = \frac{5}{2} \nu R \cdot \left(-\frac{3 T_0}{8}\right) = -\frac{15 \nu R T_0}{16}$

$Q_1 = \frac{15}{16} \nu R T_0$

2) ~~$dQ = A + \frac{5}{2} \nu R \Delta T$~~

~~$Q = \int dQ = \int_{T_0}^{T_1} \nu c(T) dT = \int_{T_0}^{T_1} \frac{5}{2} \nu R \frac{T dT}{T_0} = \frac{5 \nu R}{4 T_0} \cdot (T_1^2 - T_0^2)$~~

~~$A = Q - \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5 \nu R}{4 T_0} (T_1^2 - T_0^2) - \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_0) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_1^2 - T_0^2}{2 T_0} - T_1 + T_0 \right) =$~~

~~$= \frac{5 \nu R}{4 T_0} (T_1^2 - T_0^2 - 2 T_1 T_0 + 2 T_0^2) = \frac{5 \nu R}{4 T_0} (T_1^2 - 2 T_1 T_0 + T_0^2) = \frac{5 \nu R}{4 T_0} (T_0 - T_1)^2$~~

~~$f(T_1) = T_1^2 - 2 T_1 T_0 + T_0^2$ – парабола ветвями вверх.~~

~~Минимум - вершина этой параболы $T_1 = T_0$ =>~~

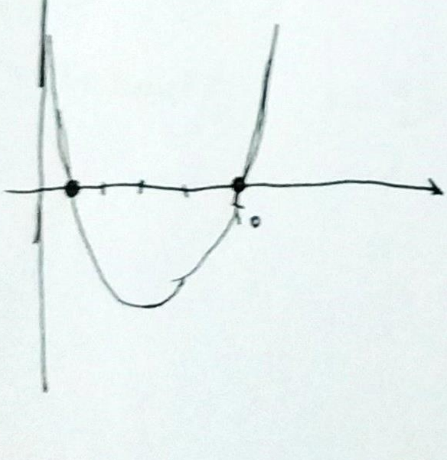
~~=> при охлаждении газа до любой температуры работа, совершаемая газом будет увеличиваться пропорционально квадрату разности между начальной и конечной температурой. $A = \frac{5 \nu R}{4 T_0} (T_0 - T_1)^2$ => минимальная работа равна нулю при отсутствии охлаждения, больше экстремумов у функции работы в зав-ти от температуры нет.~~

$\frac{9}{25} - 1 = -\frac{16}{25}$ $\quad \frac{3}{5} - 1 = \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{2} = \frac{1}{5}$

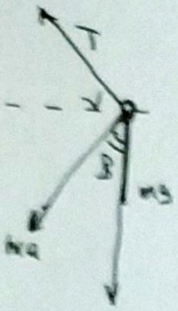
$10 T_1 - 6 T_0 = 0 \quad T_1 = \frac{3}{5} T_0$

$\frac{5 \nu R}{4 T_0} \left(\frac{9}{25} T_0^2 - T_0^2 \right) - \frac{3 \nu R}{2} \left(\frac{3}{5} T_0 - T_0 \right) = -\frac{4}{5} \nu R T_0 + \frac{3}{5} \nu R T_0 = -\frac{1}{5} \nu R T_0$

$-\frac{15}{16} \nu R T_0 + \frac{3}{4} \nu R T_0 = -\frac{3}{10} \nu R T_0$



Черновик



$$m a \sin\beta = T\cos\alpha$$

$$m a \cos\beta = mg - T\sin\alpha$$

$$tg\beta = \frac{T\cos\alpha}{mg - T\sin\alpha}$$

$$mg\, tg\beta - T\sin\alpha\, tg\beta = T\cos\alpha \qquad T = \frac{mg\, tg\beta}{\cos\alpha + \sin\alpha\, tg\beta}$$

$$a_x = \frac{T\cos\alpha}{m} = \frac{tg\beta}{1 + tg\alpha\, tg\beta}\cdot g = \frac{\frac{1}{3}}{1 + \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{3}} g = \frac{4}{15} g$$

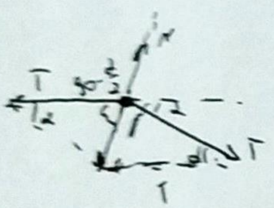
$$a_y = g - \frac{T\sin\alpha}{m} = g\left(1 - \frac{tg\beta}{ctg\alpha + tg\beta}\right) = g\frac{ctg\alpha}{ctg\alpha + tg\beta} = g\cdot\frac{\frac{4}{3}}{\frac{4}{3} + \frac{1}{3}} = \frac{4}{5} g$$

$$a_{rel} = \frac{a_x}{1 - \cos\alpha} = \frac{tg\beta}{(1 - \cos\alpha)(1 + tg\alpha\, tg\beta)}\cdot g = \frac{\frac{1}{3}}{\left(1 - \frac{4}{5}\right)\left(1 + \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{3}\right)} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{5}\cdot\frac{5}{4}} = \frac{4}{3} g$$

$$\frac{M}{m}\cdot\frac{4}{3} + \left(1 - \frac{4}{5}\right)\cdot\frac{4}{15} + \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5} = \frac{3}{5}\cdot\frac{1}{5} - \frac{4}{15}\cdot\frac{1}{5} = \frac{1}{5}\left(\frac{3}{5} - \frac{4}{15}\right) = \frac{1}{15}$$

$$\frac{M}{m}\cdot\frac{4}{3} = \frac{1}{15} \qquad \frac{m}{M} = \frac{15\cdot 4}{3} = 20$$



$$N = T\sqrt{2}\sqrt{1 - \cos\alpha}$$

$$N_x = N\cdot\cos\left(90 - \frac{\alpha}{2}\right) = T\sqrt{2}\sqrt{1 - \cos\alpha}\cdot\sin\frac{\alpha}{2} =$$

$$= T\sqrt{2}\sqrt{1 - \cos\alpha}\cdot\sqrt{\frac{1 - \cos\alpha}{2}} = T(1 - \cos\alpha)$$

$$\cancel{\sqrt{2}\sqrt{1 - \frac{4}{5}}}$$

$$\cos\alpha = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha}{2} \qquad \sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos\alpha}{2}}$$

Часть 2

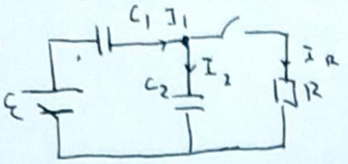
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21200143**

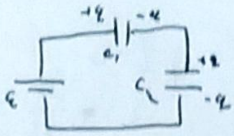
ID профиля: **90853**

Вариант 2

3



$C_2 = C \quad C_1 = 3C$



1) Установившийся режим:

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} \qquad q_1 = q_2 = q$$

$$\mathcal{E} = q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) \qquad q = \frac{\mathcal{E} \cdot C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3\mathcal{E}C}{4}$$

После замыкания ключа: $U_R = U_{C_2}$ $\quad I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{U_{C_2}}{R} = \frac{q}{RC_2} = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$

2) В процессе разрядки:

$$I_1 = I_2 + I_R \qquad I_1 = \frac{dq_1}{dt} \quad I_2 = \frac{dq_2}{dt} \qquad \mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} \qquad 0 = \frac{1}{C_1}\frac{dq_1}{dt} + \frac{1}{C_2}\frac{dq_2}{dt}$$

$$\frac{q_2}{C_2} = I_R \cdot R \qquad \frac{dq_1}{dt} = -\frac{C_1}{C_2}\frac{dq_2}{dt}$$

$$I_R = I_1 - I_2 = \frac{dq_1}{dt} - \frac{dq_2}{dt} = -\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)\frac{dq_2}{dt} \qquad I_1 = -\frac{C_1}{C_2} I_2$$

$$\frac{q_2}{C_2} = +I_R \cdot R$$

$$\frac{q_2}{C_2} \cdot I_R = I_R^2 \cdot R = P_R \qquad \frac{q_2}{C_2}\left(-\frac{dq_2}{dt}\right)\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right) = P_R$$

$$-q_2 dq_2 \cdot \frac{C_2 + C_1}{C_2^2} = P_R dt = dQ$$

$$Q = \int_q^0 (-q_2 dq_2) \cdot \frac{C_2 + C_1}{C_2^2} = \frac{C_1 + C_2}{C_2^2} \cdot \frac{q^2}{2} = \frac{4C}{C^2} \cdot \frac{\left(\frac{3\mathcal{E}C}{4}\right)^2}{2} = \frac{9\mathcal{E}^2 C}{8}$$

В конце в установившемся режиме: $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1}$ $\quad q_2 = 0$

3) $I_2 = I_0$ $\quad I_1 = -\frac{C_1}{C_2} I_2 = -\frac{C_1}{C_2} I_0$

$$I_R = I_1 - I_2 = -\left(\frac{C_1}{C_2} + 1\right) I_0 \qquad U_R = |I_R| \cdot R = \frac{C_1 + C_2}{C_2} I_0 R = 4 I_0 R$$

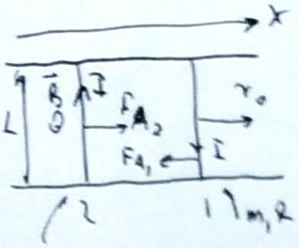
$U_{C_2} =$

Ответ: 1) $I_{R_0} = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$

2) $Q = \frac{9}{8} C\mathcal{E}^2$

3) $U_R = 4 I_0 R$

4



$\frac{m}{2}, 4R$

1) $t=0$

$$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = B\frac{dS}{dt} = BL\cdot\frac{dx}{dt} = BLv_0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_1+R_2} = \frac{\mathcal{E}_i}{5R}$$

$$F_A = I\cdot B\cdot L = \frac{B^2L^2v_0}{5R} \qquad \text{II з.н.: } F_A = \frac{m}{2}\cdot a$$

$$a = \frac{2F_A}{m} = \frac{2B^2L^2v_0}{5Rm}$$

2) $t \to \infty$

В некоторый момент времени t:

$$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = B\cdot\frac{dS}{dt} = B\cdot L\cdot\frac{dl}{dt} = B\cdot L\cdot v_{отн} = BL(v_1-v_2) \qquad I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_1+R_2} = \frac{\mathcal{E}_i}{5R}$$

$$F_{A_1} = I\cdot B\cdot L = \frac{B^2L^2}{5R}(v_1-v_2) = F_{A_2}$$

II з.н. 1) $m a_{1x} = -\frac{B^2L^2}{5R}(v_1-v_2) \qquad a_{1x} = \frac{dv_{1x}}{dt} = -\frac{B^2L^2}{5Rm}(v_{1x}-v_{2x})$

2) $\frac{m}{2}a_{2x} = \frac{B^2L^2}{5R}(v_1-v_2) \qquad a_{2x} = \frac{dv_{2x}}{dt} = \frac{2B^2L^2}{5Rm}(v_{1x}-v_{2x})$

В каждый момент времени: $a_{2x} = -2a_{1x} \Rightarrow dv_{2x} = -2dv_{1x} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta v_{2x} = -2\Delta v_{1x}$

~~Вскоре~~ Скорости перемычек должны сравняться через большой промежуток времени $\Rightarrow v_{1x} = v_{2x} = v$ (установившийся режим)

$\Delta v_{2x} = v - 0 \qquad v = 2(v_0 - v)$

$\Delta v_{1x} = -v_0 + v \qquad 3v = 2v_0 \qquad v = \frac{2v_0}{3}$

3) Δl - расстояние между перемычками.

$dl = v_{отн}\cdot dt \qquad F = \frac{B^2L^2}{5R}\cdot v_{отн}$

$m\cdot a_{1x} = -\frac{B^2L^2}{5R}v_{отн}$

$m\cdot\frac{dv_{1x}}{dt} = -\frac{B^2L^2}{5R}v_{отн}$

$-\frac{5Rm}{B^2L^2}\cdot dv_{1x} = v_{отн}\cdot dt = dl$

$$\Delta l = \int_{v_0}^{v} -\frac{5Rm}{B^2L^2}dv_{1x} = \frac{5Rm}{B^2L^2}\cdot\left(v_0 - \frac{2v_0}{3}\right) = \frac{5Rmv_0}{3B^2L^2}$$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{2B^2L^2v_0}{5Rm}$

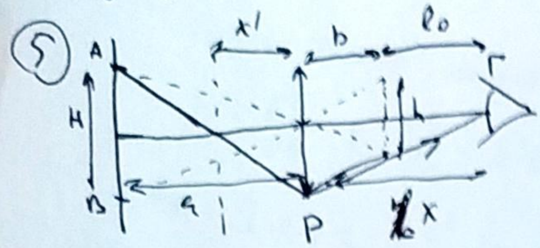
2) $v_1 = v_2 = \frac{2}{3}v_0$

3) $\Delta l = \frac{5Rmv_0}{3B^2L^2}$

Чистовик

Физика 11 класс

⑤



$F = 12$ см $H = 9$ см $a = 48$ см

1) Изображение циферблата в линзе:

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ $\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a}$ $b = \frac{aF}{a-F} = \frac{48 \cdot 12}{48-12} = \frac{48}{3} = 16$ см

Глаз рассматривает изображение на расстоянии $l_0 = 24$ см $\Rightarrow$

$\Rightarrow x = l_0 + b = 40$ см

2) Глаз должен видеть всё изображение, значит в глаз должен приходить луч из края циферблата, проходящий через край линзы (случай минимального диаметра линзы) (луч AP-РГ)

$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{F}{a-F}$. $h = H \cdot \Gamma$

Из подобия треугольников: $\frac{D_m}{2x} = \frac{h}{2l_0}$ $D_m = \frac{hx}{l_0} = \frac{Hx}{l_0} \cdot \frac{F}{a-F} = \frac{9 \cdot 40}{24} \cdot \frac{12}{48-12} = 5$ см

3) Чтобы не было видно никаких деталей изображения, нужно поместить непрозрачный экран так, чтобы никакие лучи из исходного изображения не приходили в глаз. Воспользуемся обратимостью лучей. Вычислим, в какой точке собираются лучи, пущенные из глаза. Эта точка — изображение глаза в линзе. $\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{F}$ $\frac{1}{x'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x}$ $x' = \frac{Fx}{x-F} = \frac{12 \cdot 40}{40-12} = 17{,}14$ см $= 17\frac{1}{7}$ см

Эта точка находится между часами и линзой.

Все лучи, приходящие в глаз, проходят через эту точку $\Rightarrow$ если поставить там экран, никакие лучи от часов в глаз не попадут.

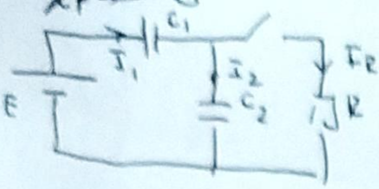
Ответ: 1) $x = 40$ см

2) $D_m = 5$ см

3) Между часами и линзой, $x' = 17{,}14$ см

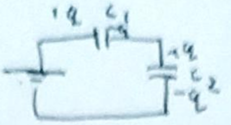
Черновик

~~Кратко~~



$C_2 = C \quad C_1 = 3C$

1) уст. режим



$q_1 = q_2 = q$

$E = q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) \qquad q = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} E = \frac{3CE}{4}$

$U_{0R} = U_{C_2} = \frac{q}{C_2} \qquad I_{0R} = \frac{U_{0R}}{R} = \frac{q}{C_2 R} = \frac{3E}{4R}$

2) $I_1 = I_2 + I_R$ ~~После размыкания ключа в установившемся режиме $q_2 = 0$~~

$E = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} \qquad 0 = \frac{dq_1}{dt} \cdot \frac{1}{C_1} + \frac{dq_2}{dt} \cdot \frac{1}{C_2} \qquad I_1 = -\frac{C_1}{C_2} I_2 \qquad I_2 = -\frac{C_2}{C_1} I_1$

$I_R = I_1 - I_2 = -I_2\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)$

$I_R = \frac{C_1 + C_2}{C_1} I_1$

$\frac{q_2}{C_2} = I_R \cdot R \qquad \frac{q_2}{C_2} \cdot I_R = I_R^2 R \qquad \frac{q_2}{C_2} \cdot I_R = P_R \qquad -\frac{q_2}{C_2}\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)\frac{dq_2}{dt} = P_R$

$E = \frac{q_1}{C_1} + R \cdot I_R$

$\int_0^Q dQ_R = -\frac{C_1 + C_2}{C_2^2} \int_q^0 q_2\, dq_2 \qquad Q = -\frac{C_1 + C_2}{C_2^2} \int_q^0 q_2\, dq_2 = \frac{4}{C} \cdot \frac{q^2}{2} = \frac{9CE^2}{8}$

$R_R = -\frac{C_1 + C_2}{C_2} I_2 = -4I_2$

$\frac{q_2}{C_2} = I_R \cdot R$

$\frac{q_2}{C_2} I_R = I_R^2 R$

$-\frac{4}{C} q_2 \frac{dq_2}{dt} = P$

$Q = \frac{4}{C} \cdot \frac{q^2}{2} =$

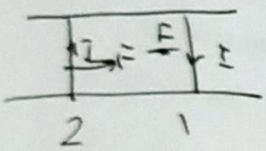
$= \frac{4}{C} \cdot \frac{9C^2E^2}{16} = \frac{9CE^2}{8}$

3) $I_2 = I_0 \qquad I_R = -I_2\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right) = -\frac{C_2 + C_1}{C_2} I_0$

$U_R = |I_R| R = \left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right) I_0 R = 4 I_0 R$

$\frac{M}{C^2}$

$\Delta l = \frac{C^2}{M} \cdot \frac{M^2}{C^2} = M$



$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = B\frac{dS}{dt} = BL \cdot v_{отн}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{5R} = \frac{BLv_{отн}}{5R} \qquad F = IBL = \frac{B^2L^2}{5R} v_{отн}$

$F = \frac{m}{2} a_0 \qquad a_0 = \frac{2B^2L^2}{5Rm} v_0$

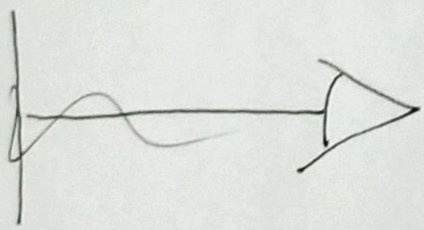
$m_2 = \frac{1}{2} m_1 \qquad a_2 = -2a_1 \qquad v = -2(v - v_0) \qquad 3v = 2v_0 \qquad v = \frac{2}{3} v_0$

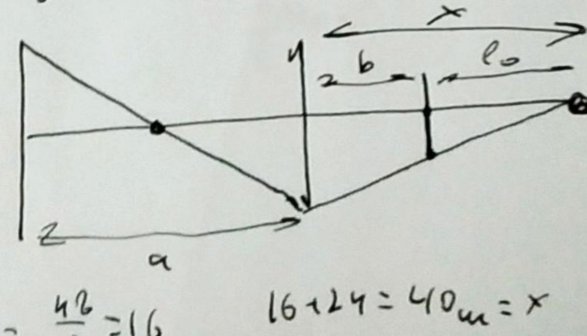
$dv = \frac{2B^2L^2}{5Rm} dl \qquad \frac{2}{3} v_0 = \frac{2B^2L^2}{5Rm} \Delta l \qquad \Delta l = \frac{5Rv_0 m}{3B^2L^2}$

$70 + 44 = 114$

$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{F}$

$x' = \frac{xF}{x - F} =$





$= \frac{40 \cdot 12}{40 - 12} = \frac{120}{7}$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{F} = \frac{1}{b} \qquad b = \frac{aF}{a - F} = \frac{48 \cdot 12}{48 - 12} = \frac{48}{3} = 16 \qquad 16 + 24 = 40\,м = x$

$= 17\frac{1}{7}$

$\Gamma = \frac{F}{a - F} = \frac{12}{48 - 12} = \frac{1}{3} \qquad h = \frac{H}{3} = 3\,м \qquad \frac{D_м}{40} = \frac{3}{24} \qquad D_м = 5\,м$