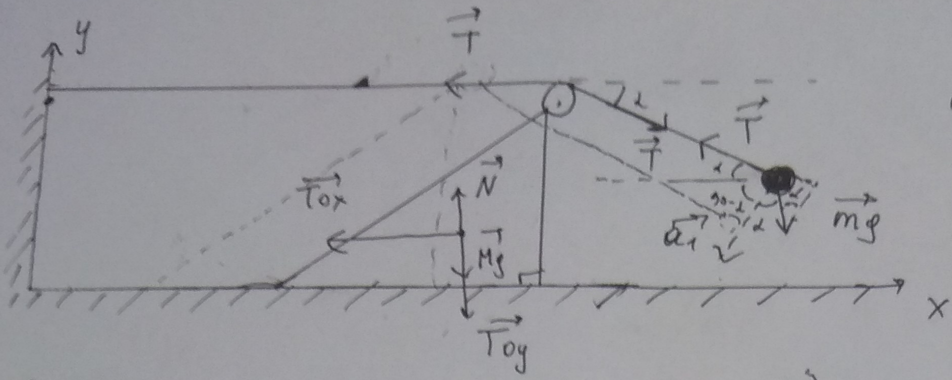
Часть 1

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

Шифр: **21203665**

ID профиля: **816862**

Вариант 1



$\cos\alpha = \frac{3}{5}$ ~~$\alpha = 4$~~

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$tg\,\alpha = \frac{4}{3}$

$T_{oy} = T\sin\alpha$

$T_{ox} = T - T\cos\alpha = \frac{2}{5}T$

~~mg~~ $m a_{y_1} = mg - T\sin\alpha$

$m a_{x_1} = T\cos\alpha$

~~$a_{x1} =$~~ $\frac{T\cos\alpha}{m}$ $T = \frac{m a_{x1}}{\cos\alpha}$

$m a_{y1} = mg - m a_{x1}\, tg\,\alpha$

$a_{y1} = g - a_{x1}\, tg\,\alpha$

$a_{y1} = g - \frac{4}{3} a_{x1}$

1) $\vec{a_1} \perp \vec{T}$

т.е. $\varphi = 90^\circ - \alpha$

2) $T = \frac{mg}{\sin\alpha} = \frac{5mg}{4}$

$Ma_2 = \frac{2}{5} \cdot \frac{5mg}{4} = \frac{mg}{2}$

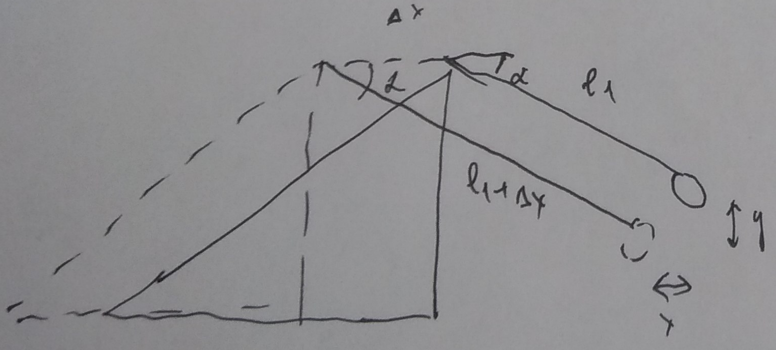
если $\alpha = const$, то

$a_2 = a_{1x}$

$a_{1x} = \frac{T\cos\alpha}{m} = \frac{5mg}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{4} mg$

3) $M \cdot \frac{3}{4} g = \frac{mg}{2}$ $M = \frac{4m}{6} = \frac{2m}{3}$ ~~$\frac{M}{}$~~ $\frac{m}{M} = 1{,}5$

4) $a_{y_1} = \frac{mg - T\sin\alpha}{m} = mg - \frac{5mg}{4} \cdot \frac{4}{5}$



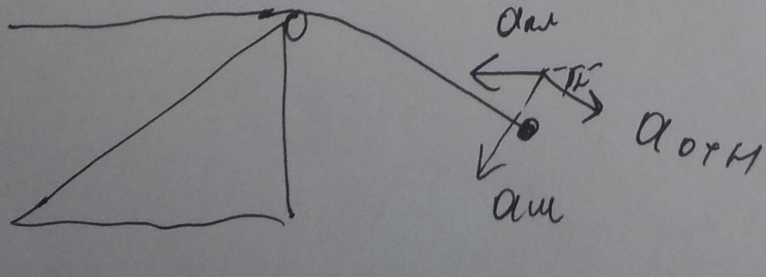
~~A~~ $x_1 = l_1 \cos\alpha$

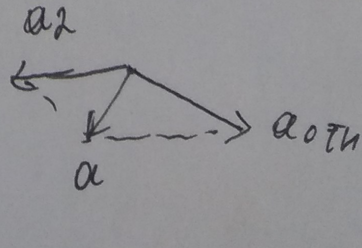
$x_2 = (l_1 + \Delta x)\cos\alpha$

$x = (\Delta x + x_1) - x_2$

$y = (l_1 + \Delta x)\sin\alpha - l_1 \sin\alpha,$

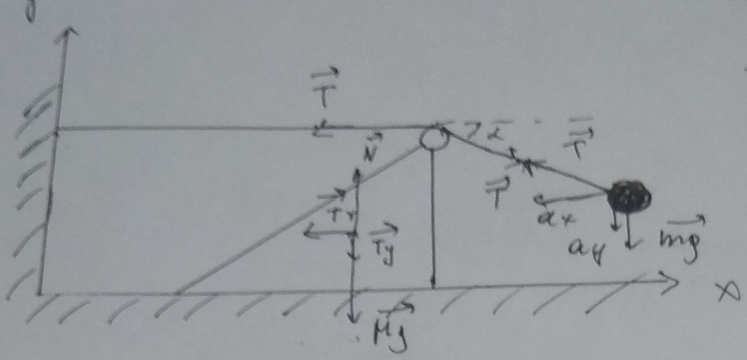
$y = \Delta x \sin\alpha$





Черновик

физика, 11 кл.

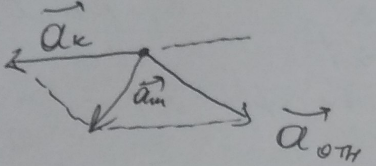


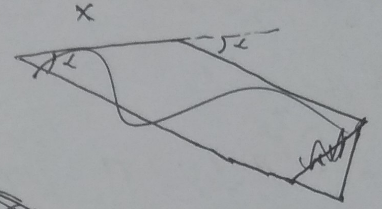
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$ $\sin\alpha = \frac{4}{5}$,
$tg\,\alpha = \frac{4}{3}$

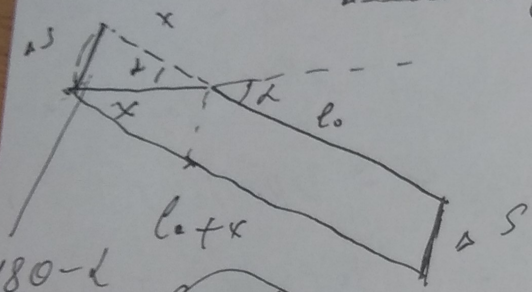
$T_x = T - T\cos\alpha =$
$\frac{2}{5}T$ (1)

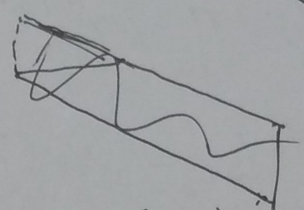
(2) $Ma_к = T_x = \frac{2}{5}T$

Чтобы α = const нужно, чтобы $a_{отн}$ была вдоль нити





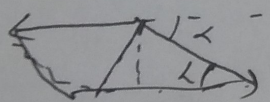


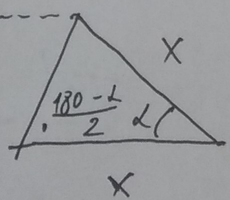


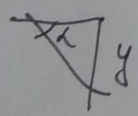
$a_{отн} = \frac{2\Delta x}{t^2}$ в СО клина

$a_{кл} = \frac{2\Delta x}{t^2} = a_{отн}$

$\frac{180-\alpha}{2} = 90 - \frac{\alpha}{2}$







$tg\,\alpha = \frac{y}{x} = \frac{a_{y}}{a_к}$

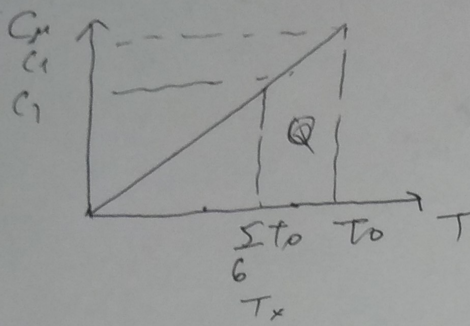
$a_к = \frac{mg - T\sin\alpha}{tg\,\alpha}$

21203665 (U816862 M1266210)

Черновик

физика, 11 кл.

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



$C_1 = 2R$

$C_2 = \frac{5}{6}\cdot 2R$

1) $Q_1 = \frac{(C_1 + C_2)}{2}\cdot\frac{1}{6}T_0 \nu =$

$= \frac{(2R + \frac{5}{3}R)}{2}\cdot\frac{1}{6}T_0\nu =$

$= R\cdot\frac{11}{3\cdot 2}\cdot\frac{1}{6}T_0\nu = \frac{11}{36}\nu R T_0$

2) $Q = C_\mu \nu \Delta T$ $\quad C_\mu = \frac{dQ}{dT} = \frac{\delta A + dU}{dT} =$

$\int_0^A \delta A = dQ - dU = C\,dT\nu - \nu R\,dT =$

$= \int_{T_0}^{T_x} 2R\frac{T}{T_0}\nu\,dT \int_{T_0}^{T_x} -\nu R\,dT =$

$Q = \frac{(2R + 2R\frac{T_x}{T_0})}{2}(T_0 - T_x)\nu$

$A = \nu\frac{\cancel{2}R}{T_0}\frac{(T_x^2 - T_0^2)}{\cancel{2}} - \nu R(T_x - T_0) =$

$U = \nu R(T_0 - T_x)$

$A = R\frac{(T_0 + T_x)}{T_0}(T_0 - T_x)\nu + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x)$

$= \left(\nu R\left(\frac{(T_0 - T_x)(T_0 + T_x)}{T_0} - (T_0 - T_x)\right)\right)' = 0;$

$\left(\cancel{T_x} + \frac{T_x^2 - T_0^2}{T_0} - T_x + T_0\right)' = 0;$

$\frac{T_0^2 - T_x^2}{T_0} - T_0 + T_x =$

$= \left(\cancel{T_0} - \frac{T_x^2}{T_0} - \cancel{T_0} + T_x\right)' = 0$

$\left(\frac{T_x^2}{T_0} - \cancel{T_0} - T_x + \cancel{T_0}\right)' = 0;$

$A = \nu R$

$\left(2\frac{T_x}{T_0} - 1\right) = 0;$

$\boxed{T = \frac{T_0}{2}}$

$-2\frac{T_x}{T_0} + 1 = 0;$

$T_x = \frac{T_0}{2}$

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

$= \frac{1}{4}T_0\nu R$

21203665 (U816862 M1266210)

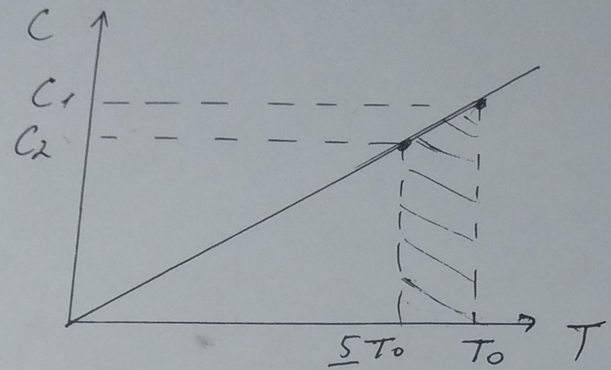
Чистовик физика, 11 кл.

2. Дано: $C(T) = 2R\frac{T}{T_0}$; ν; T_0; R;

Найти: Q_1; T_x; $A_{m/H}$

Решение:

1)



$C_1 = 2R$

$C_2 = 2R \cdot \frac{5}{6} = \frac{5}{3}R$

Найдём Q_1 как площадь под графиком

$$Q_1 = \frac{(C_1 + C_2)}{2} \cdot \left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right)\nu = \frac{2R\left(1+\frac{5}{6}\right)}{2} \cdot \frac{1}{6}T_0\nu = \frac{11}{6}R \cdot \frac{1}{6}T_0\nu =$$

$$= \frac{11}{36}\nu R T_0;$$

2) воспользуемся аналогичным методом, подставив вместо $\frac{5}{6}T_0$ T_x:

$C_1 = 2R$ $C_2 = 2R\frac{T_x}{T_0}$, тогда

$$A_{m/H} = Q_x - U_x = \frac{\left(2R + 2R\frac{T_x}{T_0}\right)}{2}(T_0 - T_x)\nu - \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x) =$$

$$= \nu R \frac{(T_0 + T_x)}{T_0}(T_0 - T_x) - \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x)$$

$$\left(\cancel{T_0 + T_x}\ \frac{T_0^2 - T_x^2}{T_0} - \frac{3}{2}T_0 + \frac{3}{2}T_x\right)' = 0;$$

$$\left(T_0 - \frac{T_x^2}{T_0} - \frac{3}{2}T_0 + \frac{3}{2}T_x\right)' = -2\frac{T_x}{T_0} + \frac{3}{2} = 0;$$

$$2\frac{T_x}{T_0} = \frac{3}{2}; \quad T_x = \frac{3}{4}T_0;$$

1

Чистовик

фузика, 11 кл.

3) $A_{мін} = \nu R\left(\frac{T_0^2 - \frac{9}{16}T_0^2}{T_0} - \frac{3}{2}T_0 + \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}T_0\right) =$

$= \nu R\left(T_0\cdot\frac{7}{16} - \cancel{48}\,\frac{24}{16}T_0 + \frac{18}{16}T_0\right) = \frac{\nu R T_0}{16}$

Ответ: $Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$; $T_x = \frac{3}{4}T_0$; $A_{мін} = \frac{\nu R T_0}{16}$;

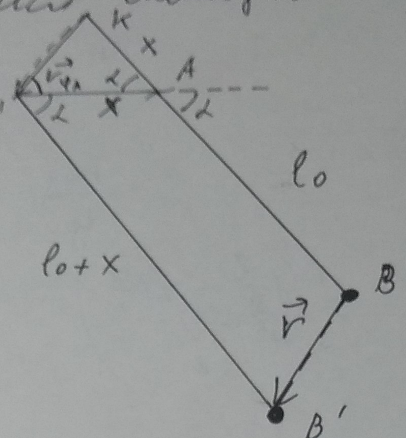
Чистовик физика, 11 кл.

1. Дано: $\cos\alpha = \frac{3}{5}$; M; $\alpha = const$;

Найти: φ_a; a_m; $\frac{m_m}{M_k}$ ~~A~~; t

Решение:

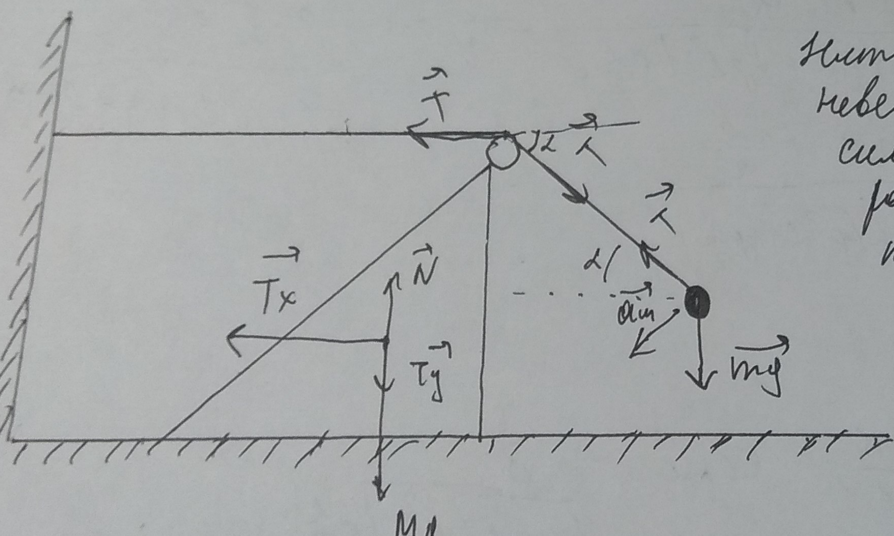
1) Воспользуемся методом виртуальных перемещений.



в данном случае рассмотрим ситуацию, когда клин переместился на x, т.о длина нити ~~также~~ (наклонённой) также увеличилась на x

Достроим до параллелограма и рассмотрим $\triangle AA'K$: он равносторонний, следовательно вектор перемещения и, соответственно $\vec{a}_m$ наклонён на $\frac{180° - \alpha}{2} = 90° - \frac{\alpha}{2}$ к горизонту.

2)



Нить нерастяжима и невесома, по этому сила натяжения равна во всех точках

$T_x = Ma_x$

$T_x = T - T\cos\alpha = \frac{2}{5}T$

$T\cos\alpha = a_m \cos\varphi_A\, m$

~~тогда~~ $ma_m \sin\varphi_A = mg - T\sin\alpha$

$ma_m = \frac{mg - T\sin\alpha}{\sin\varphi_A}$

$T\cos\alpha = (mg - T\sin\alpha)\,ctg\,\varphi_A = (mg - T\sin\alpha)\,tg\frac{\alpha}{2}$

3

Чистовик физика, 11 кл.

$T\cos\alpha = mg\,tg\frac{\alpha}{2} - T\sin\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}$;

$$T = \frac{mg\,tg\frac{\alpha}{2}}{\cancel{\cos+\sin}\ \cos\alpha + \sin\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}}$$

Из связи ускорений $tg\alpha = \frac{\Delta y_{ц}}{\Delta x_{кл}} = \frac{\cancel{m}\,a_{цy}}{a_{кл}}$;

$a_{цy} = \frac{mg - T\sin\alpha}{m}$; $\quad a_{кл} = \frac{mg - T\sin\alpha}{tg\alpha} =$

$$= \frac{mg - \frac{mg\,tg\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha+\sin\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}}}{tg\alpha} = \frac{mg}{tg\alpha}\left(1 - \frac{tg\frac{\alpha}{2}}{ctg\alpha + tg\frac{\alpha}{2}}\right) =$$

$$= \frac{mg}{tg\alpha}\left(\frac{ctg\alpha + tg\frac{\alpha}{2} - tg\frac{\alpha}{2}}{ctg\alpha + tg\frac{\alpha}{2}}\right) = \frac{mg}{m(tg^2\alpha(ctg\alpha + tg\frac{\alpha}{2}))} =$$

$$= \frac{mg}{m(tg\alpha + tg\alpha^2 tg\frac{\alpha}{2})}.$$

~~3) $Ma_x = \frac{2}{5}T \quad M\cdot\frac{mg}{tg\alpha + tg\alpha\,\frac{tg\alpha}{2}} = \frac{2}{5}$~~ m

3) $ma_x = \frac{2}{5}T$; $\quad \frac{Mg}{tg\alpha + tg^2\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}} = \frac{2}{5}\cdot\frac{mg\,tg\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha + \sin\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}}$

$$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha + \sin\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}}{tg\frac{\alpha}{2}(tg\alpha + tg^2\alpha\,tg\frac{\alpha}{2})}$$

~~4)~~

Ответ: $\varphi_A = 90 - \frac{\alpha}{2}$; $\quad a_{кл} = \frac{g}{tg\alpha + tg\alpha^2\,tg\frac{\alpha}{2}}$;

$$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha + \sin\alpha\,tg\frac{\alpha}{2}}{tg\frac{\alpha}{2}(tg\alpha + tg^2\alpha\,tg\frac{\alpha}{2})}$$

4

21203665 (U816862 M1266210)

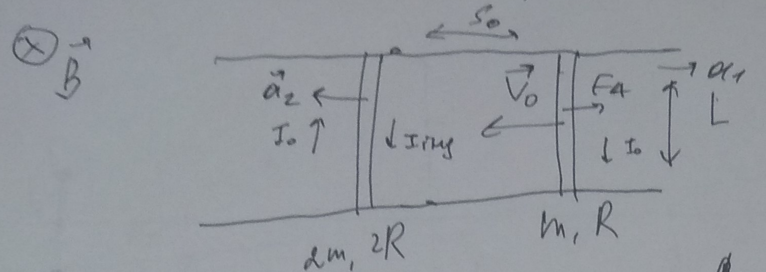
Часть 2

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

Шифр: **21203665**

ID профиля: **816862**

Вариант 1



1) $\mathcal{E}_0 = BV_0L$; $I = \frac{BV_0L}{3R}$ $F_{A2} = \frac{B^2L^2V_0}{3R}$

~~та~~ $a_{20} = \frac{B^2L^2V_0}{6mR}$

2) ~~по з-ну сохр импульса~~ $V_1 = V_2 = 0$, т.к. выделится Q

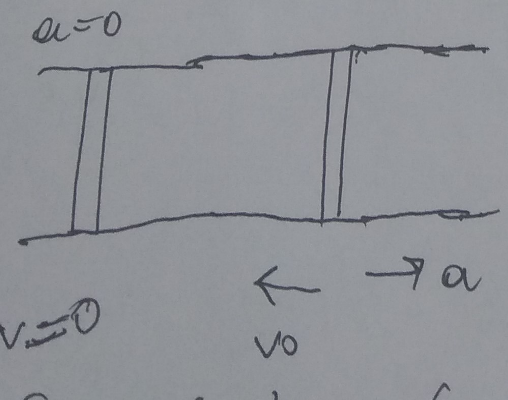
~~$mV_0 = 3mv'$; $v' = \frac{V_0}{3}$~~

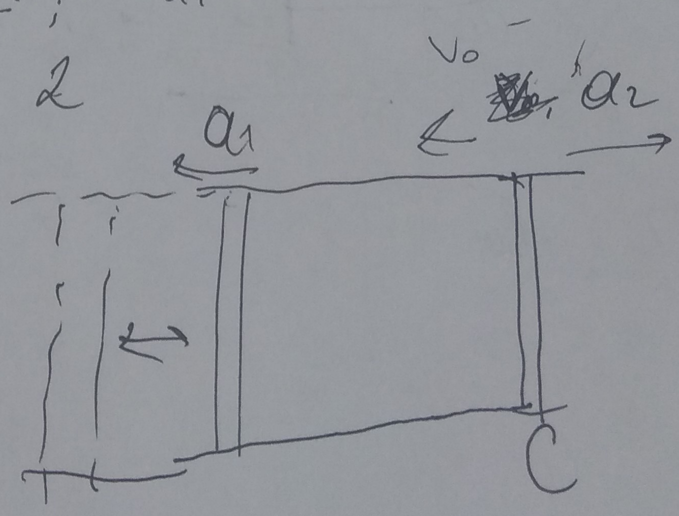
3) $I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{3R} = \frac{BLV_1 - BLV_2}{3R}$

$F_{A1} = \frac{B^2L^2(V_1 - V_2)}{3R}$ ~~$F_{A2} = B^2L^2$~~ $= F_{A2}$

$a_1 = \frac{F_{A1}}{m}$; $a_2 = \frac{F_{A2}}{2m}$; $a_1 = 2a_2$

перейдём в СО с 2

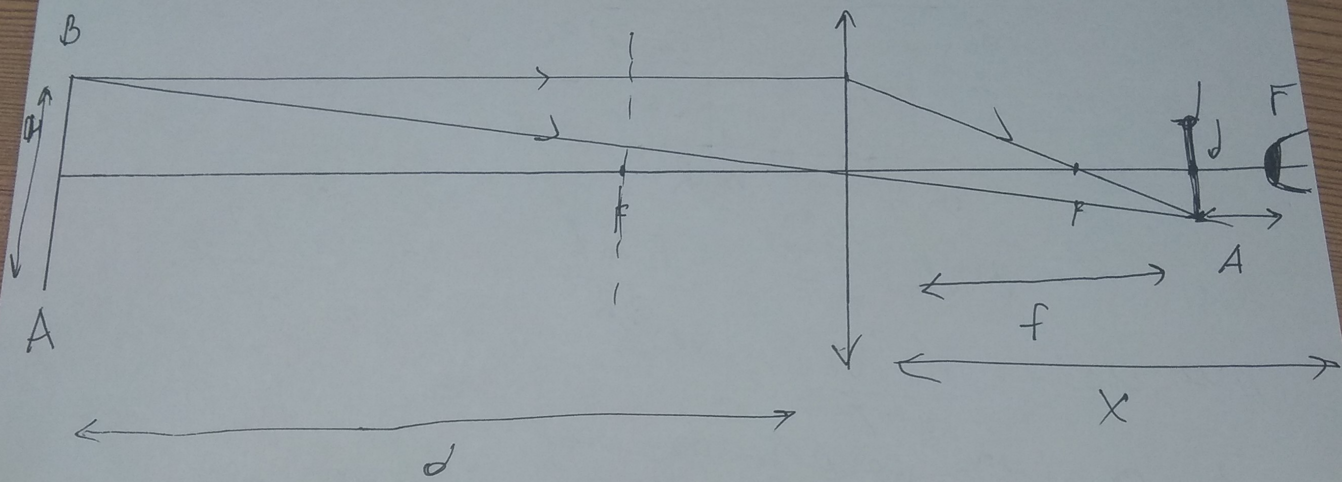




$\Delta S_1 = V_1 \Delta t$ $\Delta S_2 = V_2 \Delta t$

$\Delta S = (V_1 - V_2)\Delta t$

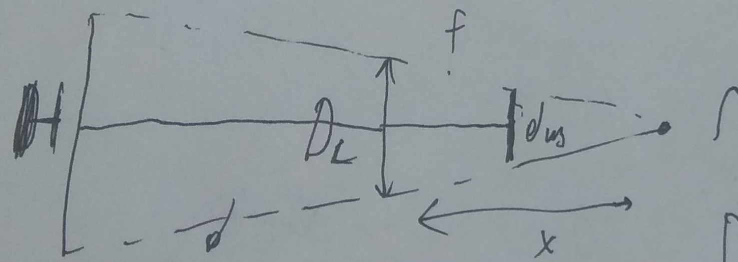
Черновик физика, 11 кл



$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $f = \frac{dF}{d-F} = \frac{36 \cdot 9}{27} = \frac{4}{3} \cdot 9 = 12$ см;

1) $X = A + f = 36$ см

2)



$\frac{d_{из}}{H} = \frac{f}{d} = \frac{1}{3}$

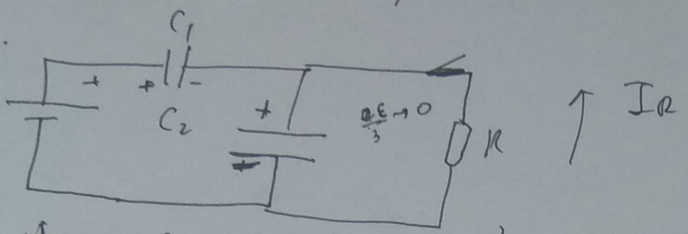
$d_{из} = \frac{H}{3} = 3$ см

$\frac{D_L}{x} = \frac{d_{из}}{A}$ $D_L = \frac{3 \cdot 36}{24} = \frac{3}{2} \cdot 3 = 4{,}5$ см

3) на F? слева

21203665 (U816862 M1266211)

$\frac{\varepsilon}{3} \to \varepsilon$ Черновик физика, 11 кл.



1) $C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C$ $q = \cancel{\frac{\varepsilon}{C_0} = \frac{3\varepsilon}{2C}}$ $C_0 \varepsilon = \frac{2}{3} C\varepsilon$

$U_{C_2} = \frac{q}{2C} = \cancel{\frac{2\varepsilon \cdot 3\varepsilon}{2C \cdot 2C} = \frac{3\varepsilon}{4C}}$ $\frac{q}{2C} = \frac{2C\varepsilon}{3 \cdot 2C} = \frac{\varepsilon}{3}$

сразу после замык. $I_R = \frac{U_{C_2}}{R} = \frac{\varepsilon}{3R}$

2) тепло выделится на резисторе;

~~$\varepsilon = U_{C1} + U_{C2} + I_R R =$~~ в уст. режиме $U_2 = 0$, $I_R = 0$, $U_1 = \varepsilon$ $I = 0$;

$U_{11} = \frac{2\varepsilon}{3}$ $U_{12} = \varepsilon$ $\Delta q_1 = C \cdot \frac{\varepsilon}{3}$

$\sum \Delta W = \frac{C\left(\varepsilon^2 - \frac{4}{9}\varepsilon^2\right)}{2} - \frac{2C \cdot \varepsilon^2}{2 \cdot 9} = \frac{5C\varepsilon^2}{18} - \frac{2C\varepsilon^2}{18} = \frac{C\varepsilon^2}{6}$

$Q = A - \Delta W = \frac{C\varepsilon^2}{3} - \frac{C\varepsilon^2}{6} = \frac{C\varepsilon^2}{6}$

3)

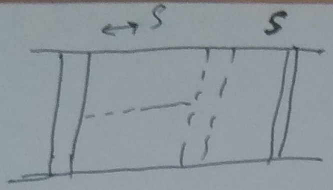
$\varepsilon = U_1 + U_2$ $U_2 = I_R R$

$\frac{d}{dt} \sim \varepsilon = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{2C}$ $0 = \frac{I_0}{C} + \frac{I_2}{2C}$ $I_2 C = 2 I_0 C$

$I_2 = 2 I_0$

$I_0 = I_2 + I_R$

21203665 (U816862 M1266211)



$v=0,$

$$a_1 = \frac{B^2L^2}{3Rm}(v_1 - v_2)$$

$$a_2 = \frac{B^2L^2}{6Rm}(v_1 - v_2)$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{B^2L^2}{6Rm}\cancel{(v_1 - v_2)}\, v_{\text{отн}}$$

$V_0, \cancel{(a_2\ (a_1)}$

$a_{\text{отн}}$

$a_{\text{отн}} \sim v_{\text{отн}}$

$\rightarrow \leftarrow$

$$\cancel{2a_{\text{отн}}\Delta S = d(v_{\text{отн}})^2}$$

$$\cancel{2a_{\text{отн}} S = v_{\text{отн}}^2}$$

$$\cancel{2a_{\text{отн}} dS + 2S\, da_{\text{отн}}}$$

$$2a_{\text{отн}}\, x = V_0^2 - V_{\text{отн}}^2$$

$$2\frac{B^2L^2}{6Rm} S = v_{\text{отн}}$$

$$\frac{B^2L^2}{3Rm} S = v_{\text{отн}}$$

$$v_{\text{отн}}\frac{B^2L^2}{3Rm} x = V_0^2 - V_{\text{отн}}^2$$

$$x\, a_{\text{отн}}\frac{B^2L^2}{3Rm} + v_{\text{отн}}\, dx \frac{B^2L^2}{3Rm} = -a_{\text{отн}} v_{\text{отн}}$$

$$\frac{B^2L^2}{3R}\cancel{v_{\text{отн}}}\, dx = \frac{Rm\, \cancel{v_{\text{отн}}}\, dv_{\text{отн}}}{\cancel{R}}$$

$$\frac{B^2L^2}{3Rm} dx = dv_{\text{отн}}$$

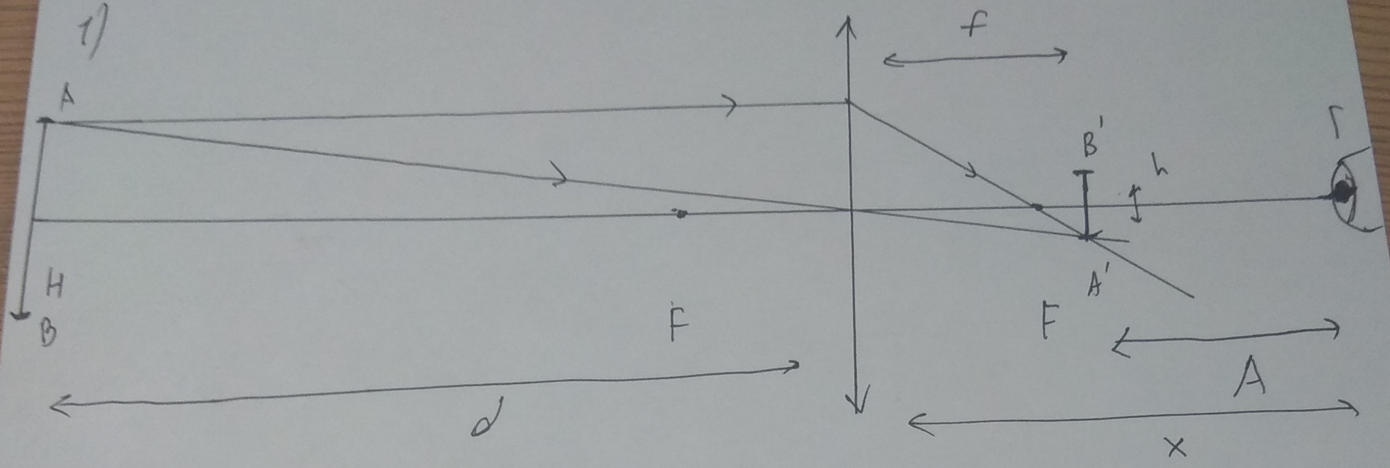
$$S = \frac{V_0\, 3Rm}{B^2L^2}$$

$$S = S_0 - \frac{3RmV_0}{B^2L^2}$$

Чистовик физика, 11 кл.

5. Дано: $F = 9$ см; $H = 9$ см;
$d = 36$ см; $A = 24$ см;
Найти: x; $D_л$; $S_э$;
Решение:

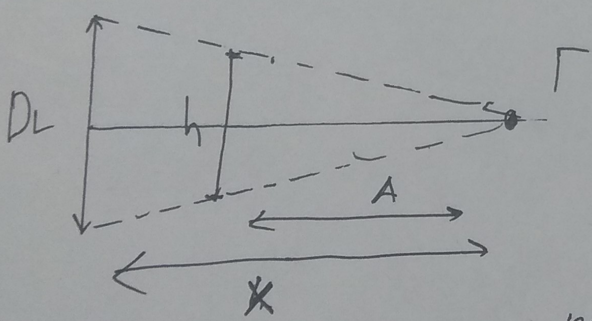
1)



$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$; $f = \frac{dF}{d-F} = \frac{36 \cdot 9}{36-9} = \frac{36}{27} \cdot 9 = 12$ (см)

~~2)~~ $x = A + f = 36$ см

2) $\frac{h}{H} = \frac{f}{D}$; $h = \frac{f}{D} H = \frac{1}{3} H = 3$ см



Из подобия треугольников

$\frac{D_L}{h} = \frac{x}{A}$ $D_L = 3 \cdot \frac{36}{24} = 4{,}5$ (см)

3) ~~Э~~ Экран следует поставить на фокус линзы, слева от неё, тогда изображение с экрана будет на бесконечности и его не увидят

Ответ: $x = 36$ см; $D_L = 4{,}5$ см; $S_э = F$ (слева)

1

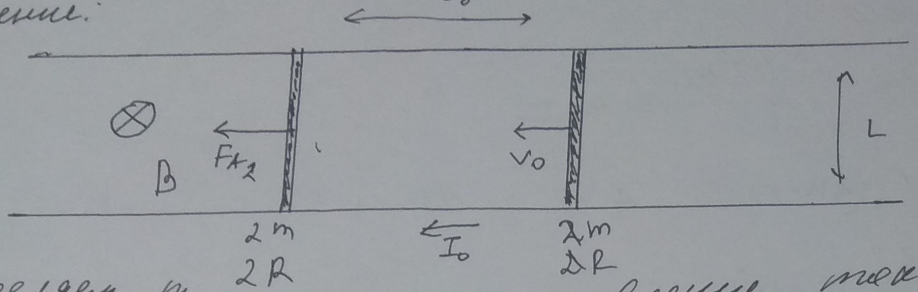
21203665 (U816862 M1266211)

4. Дано: B; V_0; L; m; R; S_0

Найти: a_{20}; $V_{1\,уст}$, $V_{2\,уст}$; S

Решение:

1)



Определяем по правилу левой руки направление тока, сил Ампера и ускорений

$$\mathcal{E}_0 = BV_0L; \quad F_{A_2} = \frac{\mathcal{E}_0}{3R}BL = \frac{B^2L^2V_0}{3R}$$

$$a_{2_0} = \frac{B^2L^2V_0}{6mR}$$

2) $V_{1\,уст} = V_{2\,уст} = 0$, так как вся кинетическая энергия перейдёт в тепловую (система обладает сопротивлением.)

3) Рассмотрим произвольный момент:

$$I = \frac{\mathcal{E}_1+\mathcal{E}_2}{3R} = \frac{BL(V_1-V_2)}{3R} = \frac{BLV_{отн}}{3R}$$

$$F_{A1} = \frac{B^2L^2V_{отн}}{3R} \quad F_{A2} = \frac{B^2L^2V_{отн}}{3R} = F_{A1}$$

$$a_1 = \frac{F_{A1}}{m}, \quad a_2 = \frac{F_{A2}}{2m} \rightarrow a_1 = 2a_2, \quad a_{отн} = \frac{F_A}{2m} =$$

$$= \frac{B^2L^2V_{отн}}{6mR}$$

т.о. В системе отсчёта, связанной с первым рельсом второй начнёт движение в сторону первого со скоростью V_0 и

2

относительным ускорением, пропорциональным относительной скорости, но противоположно направленным.

В системе отсчёта, связанной с первым грузом рельсом:

$$F_A \Delta x_{отн} = \frac{m \Delta (V_{отн}^2)}{2}$$

$$\frac{B^2 L^2 V_{отн}}{3R} \Delta x_{отн} = \Delta V_{отн}\, m \cdot V_{отн}$$

$$\sum \frac{B^2 L^2}{3R} \Delta x_{отн} = \sum \Delta V_{отн}$$

$$\frac{B^2 L^2}{3R} x = V_0;$$

$$S = S_0 - \frac{3RV_0}{B^2 L^2}$$

Ответ: $a_{10} = \frac{B^2 L^2 V_0}{6mR}$; $V_{уст_1} = V_{уст_2} = 0$;

$$S = S_0 - \frac{3RV_0}{B^2 L^2}$$

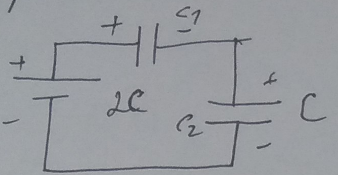
Чистовик — физика, 11 кл.

№ 3. Дано: $C_2 = C$; $C_1 = 2C$; R; $\mathcal{E}$; I_0

Найти: I_{R_0}; Q; I_{R_x}

Решение:

1) До замыкания при установившемся режиме



$$C_0 = \frac{2C\cdot C}{3C} = \frac{2}{3}C;$$

$$q = \mathcal{E}C_0 = \frac{2}{3}\mathcal{E}C$$

$$U_1 = \frac{q}{2C} = \frac{\mathcal{E}}{3} \qquad U_2 = \frac{q}{C} = \frac{2}{3}\mathcal{E};$$

сразу после замыкания:

$$I_R = \frac{U_2}{R} = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$$

2) после замыкания ключа в новом установившемся режиме ток течь не будет, следовательно $U_2 = 0$; $U_1 = \mathcal{E}$

$A_{ист} = Q + \sum \Delta W$ — з-н сохранения энергии в цепи

$$A_{ист} = \mathcal{E}\Delta q_1 = \mathcal{E}\left(2C\mathcal{E} - \frac{2}{3}\mathcal{E}C\right) = \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2$$

$$\sum \Delta W = \Delta W_1 + \Delta W_2 = \left(\frac{2C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{2C\mathcal{E}^2}{2\cdot 9}\right) - \frac{C\cdot 4}{2\cdot 9}\mathcal{E}^2 =$$

$$= C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{9} - \frac{2C\mathcal{E}^2}{9} = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$$

$$Q = A_{ист} - \sum \Delta W = \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2 - \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2 = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$$

Ответ: $I_{R_0} = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$; $Q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$

4 ~~5~~