Часть 1

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

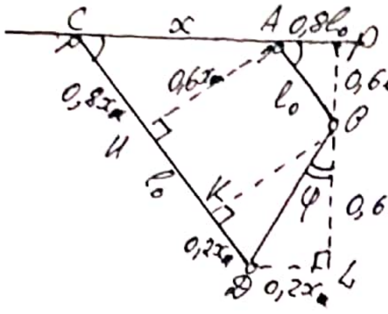
Шифр: **21203216**

ID профиля: **803680**

Вариант 2

Чистовик (1)

№1 1) Силы действующие на шар остаются неизменными ($\vec{T}$ и $m\vec{g}$), т.к. $m\vec{g}$ направлена вниз, а $\vec{T}$ под углом $90-\alpha$ к вертикали и $\alpha = const$ => шар будет двигаться по прямой. Тогда рассмотрим смещение клина на x:



Если изначально наклонный участок нити имел длину l_0, то после смещения клина на x его длина составляет l_0+x (т.к. нить нерастяжима, и её общая длина постоянна)

$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{3}{5}$, откуда: $AP = 0{,}8l_0$, $BP = 0{,}6l_0$

$PL = 0{,}6(x+l_0) \Rightarrow BL = 0{,}6x$

$CA + AP = CD\cdot 0{,}8 + DL$

$x + 0{,}8l_0 = 0{,}8x + 0{,}8l_0 + DL$

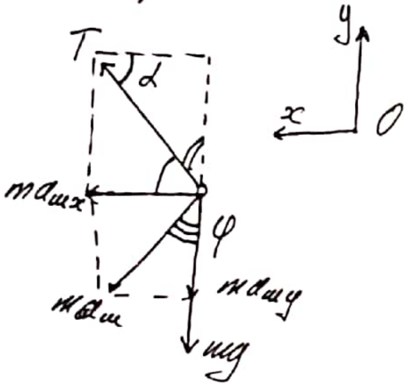
$DL = 0{,}2x$

φ - искомый угол (шар движется вдоль BD)

$$tg\,\varphi = \frac{0{,}2x}{0{,}6x} = \frac{1}{3}$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{(\frac{1}{3})^2+1}} = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

Рассмотрим силы, действующие на шар:



Разложим $\vec{a}_ш$ на $\vec{a}_{шx}$ и $\vec{a}_{шy}$ => $a_{шx} = \frac{a_ш}{\sqrt{10}}$

$a_{шy} = \frac{3a_ш}{\sqrt{10}}$

2ЗН в проекции на Ox: $T\cos\alpha = ma_{шx}$

2ЗН в проекции на Oy: $T\sin\alpha - mg = -ma_{шy}$

$mg - T\sin\alpha = ma_{шy}$

$mg - \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} ma_{шx} = ma_{шy}$

$$g = \frac{(\frac{3}{5})}{(\frac{4}{5})}\cdot\frac{a_ш}{\sqrt{10}} + \frac{3a_ш}{\sqrt{10}} = \frac{3a_ш}{4\sqrt{10}} + \frac{3a_ш}{\sqrt{10}} = \frac{3a_ш}{\sqrt{10}}\left(1+\frac{1}{4}\right) = \frac{15a_ш}{4\sqrt{10}}$$

$a_ш = \frac{4\sqrt{10}}{15}g \Rightarrow a_{шx} = \frac{4}{15}g$, $a_{шy} = \frac{4}{5}g$

2) $BD = \sqrt{(0{,}6x)^2+(0{,}2x)^2} = \sqrt{\frac{36+4}{100}} = \frac{2\sqrt{10}}{10}x$

Обозначим $x = x_{кл}$ (т.к. x - это смещение клина), а $BD = x_ш$

Тогда $x_ш = \frac{2\sqrt{10}}{10}x_{кл}$ - это равенство выполняется в каждый момент времени, значит верно $v_ш = \frac{2\sqrt{10}}{10}v_{кл}$ и $a_ш = \frac{2\sqrt{10}}{10}a_{кл}$ (дважды продифференцировали равенство по времени)

$$\frac{\cancel{4}^{2}\cancel{\sqrt{10}}}{\cancel{15}_{3}}g = \frac{\cancel{2}\cancel{\sqrt{10}}}{\cancel{10}_{2}}a_{кл}$$

$$a_{кл} = \frac{4}{3}g$$

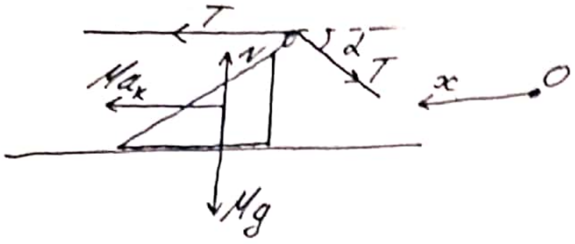
3) $T\cos\alpha = ma_{шx}$

$T\cdot\frac{4}{5} = m\cdot\frac{4}{15}g$

$T = \frac{1}{3}mg$

Чистовик ②

Теперь рассмотрим клин:



ЗЗН в проекции на Ox:

$Ma_к = T - T\cos\alpha$

$\frac{4}{3}Mg = T - 0{,}8T = \frac{1}{5}T$

$T = \frac{20}{3}Mg$

$\frac{20}{3}Mg = \frac{1}{3}mg$

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

4) Вдоль оси Oy (т.е. вдоль вертикали) шар движется равноускоренно, без начальной скорости $\to \frac{a_{шу}t^2}{2} = H$

$t = \sqrt{\frac{2H}{a_{шу}}} = \sqrt{\frac{\cancel{2}H}{\frac{4}{5}g}} = \sqrt{\frac{5H}{2g}}$

Ответ: 1) $tg\,\varphi = \frac{1}{3}$

2) $a_{пл} = \frac{4}{3}g$

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

4) $t = \sqrt{\frac{5H}{2g}}$

Чистовик ③

№2 1) Для маленького кол-ва теплоты:

$$\Delta Q = C\nu\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\frac{T\Delta T}{T_0}$$

Просуммируем по всему времени процесса:

$$\sum\Delta Q = \sum\frac{5}{2}\nu R\frac{T\Delta T}{T_0} = \frac{5\nu R}{2T_0}\sum T\Delta T$$

$$Q_1 - 0 = \frac{5\nu R}{2T_0}\left(\frac{\left(\frac{1}{2}T_0\right)^2 - T_0^2}{2}\right) = \frac{5\nu R}{4T_0}\left(\frac{1}{4}T_0^2 - T_0^2\right) = \frac{5\nu R}{4T_0}\left(-\frac{3}{4}\right)T_0^2 = -\frac{15\nu RT_0}{16}$$

Но $Q_1 > 0$, т.е надо взять по модулю: $Q_1 = \frac{15}{16}\nu RT_0$

2) $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$

$$\frac{5}{2}\nu R\frac{T\Delta T}{T_0} = \Delta A + \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

Просуммируем (но теперь уже в процессе охлаждения от T_0 до какой-то температуры T_1):

$$\sum\frac{5}{2}\nu R\frac{T\Delta T}{T_0} = \sum\Delta A + \sum\frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$$\frac{5\nu R}{2T_0}\left(\frac{T_1^2 - T_0^2}{2}\right) = (A - 0) + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0)$$

$$\frac{5\nu RT_1^2}{4T_0} - \frac{5\nu RT_0}{4} = A + \frac{3}{2}\nu RT_1 - \frac{3}{2}\nu RT_0$$

$$A = \frac{5\nu R}{4T_0}T_1^2 - \frac{3}{2}\nu RT_1 + \underbrace{\left(\frac{3}{2}\nu RT_0 - \frac{5\nu RT_0}{4}\right)}_{const}$$

это парабола с ветвями вверх относительно T_1 => минимум в вершине:

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

3) Подставим $T_1 = \frac{3}{5}T_0$:

$$A = \frac{5\nu R}{4T_0}\cdot\frac{9}{25}T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{5}T_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0 - \frac{5}{4}\nu RT_0 = \left(\frac{9}{20} - \frac{9}{10} + \frac{3}{2} - \frac{5}{4}\right)\nu RT_0 =$$

$$= \left(-\frac{9}{20} + \frac{3}{2} - \frac{5}{4}\right)\nu RT_0 = \left(-\frac{9}{20} + \frac{30}{20} - \frac{25}{20}\right)\nu RT_0 = -\frac{1}{5}\nu RT_0$$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{15}{16}\nu RT_0$

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

3) $A_{min} = -\frac{1}{5}\nu RT_0$

Черновик

~~№2 (1) $Q_1 = c\nu\Delta T$~~

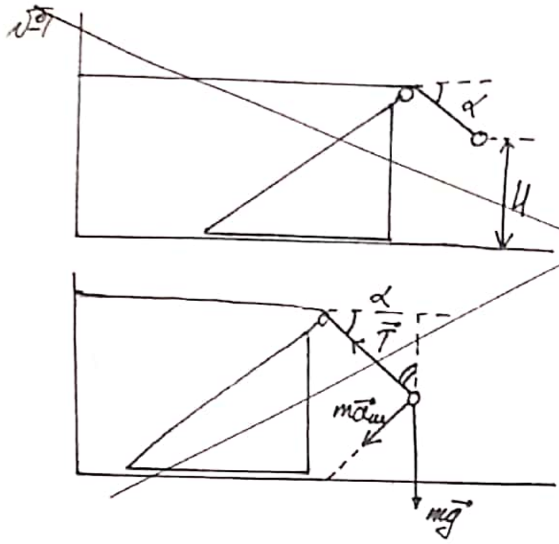
~~Тогда максимальное кол-во теплоты: ΔQ_1~~

$$\frac{5}{4}\cdot\frac{9}{\cancel{25}\,5} - \frac{5}{4} = \frac{9}{20} - \frac{25}{20} = -\frac{16}{20}$$

$$\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5} - \frac{3}{2} = \frac{9}{10} - \frac{15}{10} = -\frac{6}{10}$$

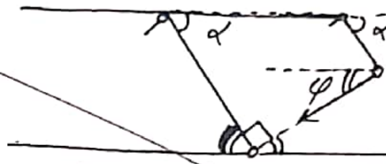
$$\frac{6}{10} - \frac{16}{20} = \frac{12}{20} - \frac{16}{20} = -\frac{4}{20} = -\frac{1}{5}$$

№1



Черновик

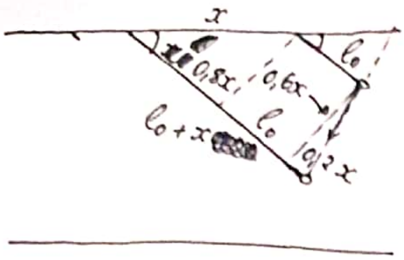
1) На шарик (массой m) действуют 2 силы: $\vec T$ и $m\vec g$. $m\vec g$ направления не меняет, $\vec T$ тоже, т.к. $\alpha = const \Rightarrow$ результирующая всех сил также не будет изменять направление, и шарик будет двигаться по прямой:

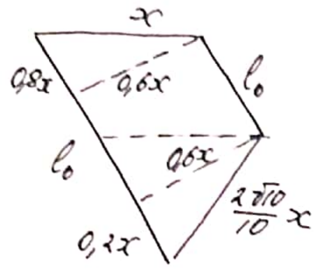


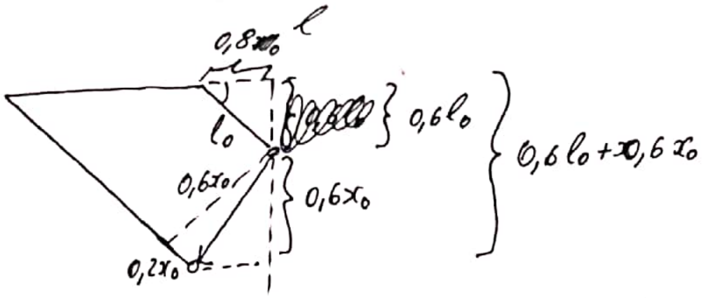
Из простейших геометрических соотношений видно, что $\varphi = 90° - \alpha \Rightarrow \cos\varphi = \sin\alpha = \frac{3}{5}$

Черновик

$\sqrt{0,6^2+0,2^2} = \sqrt{\frac{36+4}{100}} = \frac{\sqrt{40}}{10} = \frac{2\sqrt{10}}{10}$







$\vec{a}_{mx} + \vec{a}_{my} = a_m$

$a_{mx} = \frac{4}{15}g$

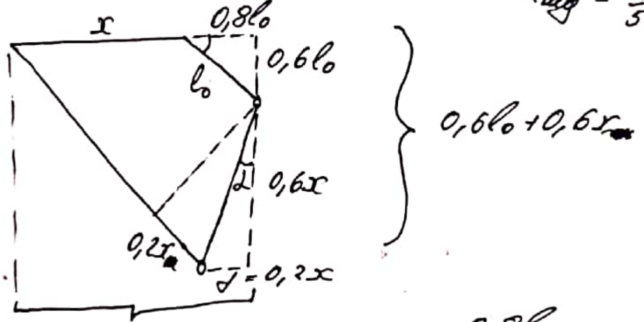
$a_{my} = \frac{4}{5}g$

$a_{my} = 3a_{mx}$

$\sqrt{10a_{mx}^2} = a_m$

$\Rightarrow a_{mx} = \frac{a_m}{\sqrt{10}}$

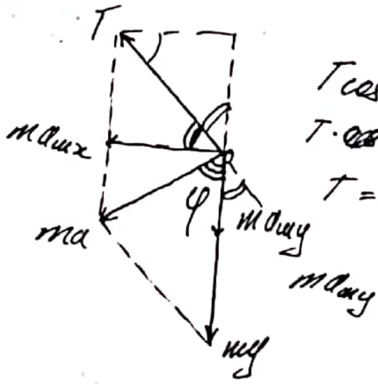
$a_{my} = \frac{3a_m}{\sqrt{10}}$



$d + 0,8x + 0,8l_0 = x + 0,8l_0$

$d = 0,2x$

$Ma_k = T - 0,8T = 0,2T$



$T\cos\alpha = ma_{mx}$

$T\cdot\frac{4}{5} = ma_{mx}$

$T = \frac{5ma_m}{4\sqrt{10}}$

$mg - T\sin\alpha = ma\cos\alpha$

$\frac{1}{3} =$

$\sin^2\varphi + \cos^2\varphi = 1$

$tg^2\varphi + 1 = \frac{1}{\cos^2\varphi}$

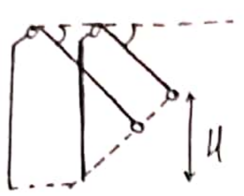
$\sqrt{\frac{1}{\frac{1}{9}+1}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{10}{9}}} = \frac{3}{\sqrt{10}}$ $\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{tg^2\varphi+1}}$

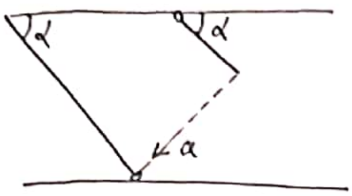
Черновик

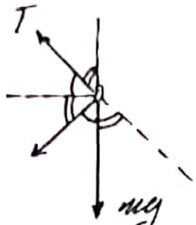
$C = \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$

$Q = C\nu\Delta T$

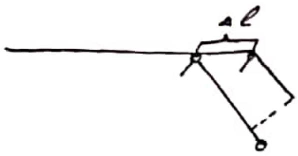
$\delta Q = \frac{5}{2}\nu R\frac{T\Delta T}{T_0}$

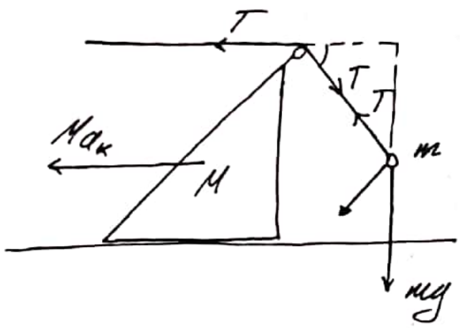




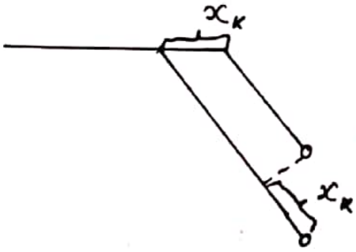


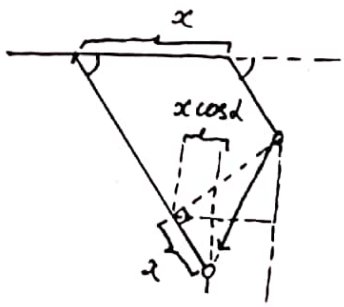
$T = mg$

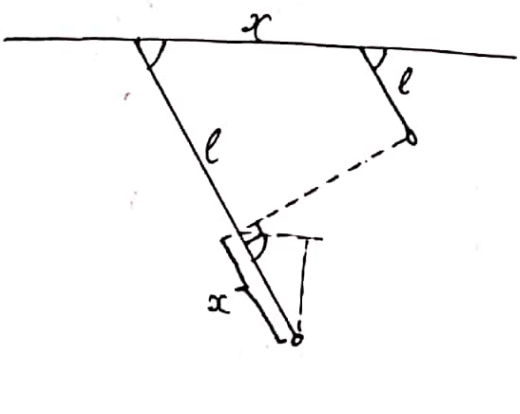




$Ma_к = T - T\cos\alpha$







Сканировано с CamScanner

Часть 2

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

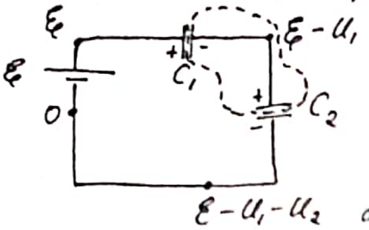
Шифр: **21203216**

ID профиля: **803680**

Вариант 2

Чистовик (1)

№3 Уст. режим при разомкнутом ключе:



Ток в уст. режиме через конденсаторы не течёт, методом потенциалов находим $\mathcal{E} - U_1 - U_2 = 0 \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

~~Заряды в уст. режиме у последовательно соединённых конд.~~

Из ЗСЗ для выделенного участка цепи: $0+0 = q_2 - q_1 \Leftrightarrow q_2 = q_1$

$C_2 U_2 = C_1 U_1$

$C U_2 = 3 C U_1$

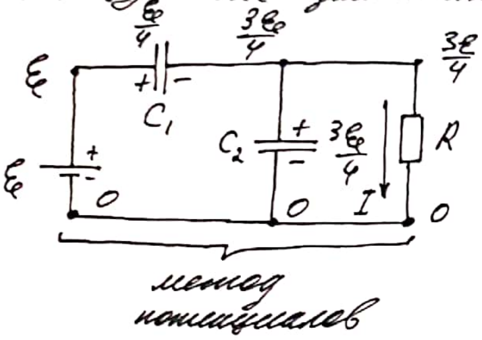
$U_2 = 3U_1$

$3U_1 + U_1 = \mathcal{E}$

$U_1 = \frac{\mathcal{E}}{4}$

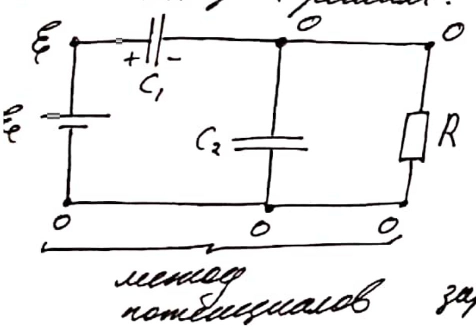
$U_2 = \frac{3\mathcal{E}}{4}$

1) Сразу после замыкания:



Заряд, а значит и напряжение на конденсаторах скачком не меняется. ~~Значит~~ По закону Ома: $I = \frac{\frac{3\mathcal{E}}{4} - 0}{R} = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$

2) Новый уст. режим:



Ток в уст. режиме через конденсатор не течёт, значит и через резистор не течёт. ($U_R = 0$)

Отсюда $U_2 = 0$

$U_1 = \mathcal{E}$

На левую обкладку конденсатора 1 пришёл заряд $\Delta q = C_1\mathcal{E} - C_1 \cdot \frac{\mathcal{E}}{4} = \frac{3}{4} C_1 \mathcal{E}$

Тогда $A_б = \mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{3}{4} C_1 \mathcal{E}^2$

По ЗСЭ: $A_б = \Delta W + Q$

$$\frac{3}{4} C_1 \mathcal{E}^2 = \left(\frac{C_1 \mathcal{E}^2}{2} - \frac{C_1 \left(\frac{\mathcal{E}}{4}\right)^2}{2}\right) + \left(\frac{C_2 \cdot 0^2}{2} - \frac{C_2 \left(\frac{3\mathcal{E}}{4}\right)^2}{2}\right) + Q$$

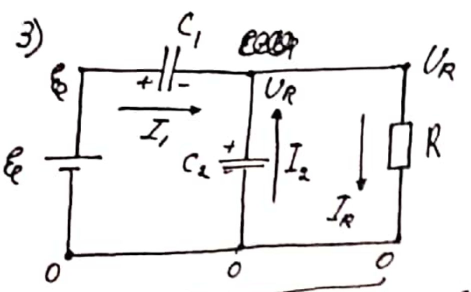
$$\frac{9}{4} C\mathcal{E}^2 = \frac{3C\left(\mathcal{E}^2 - \frac{1}{16}\mathcal{E}^2\right)}{2} - \frac{\frac{9}{16}C\mathcal{E}^2}{2} + Q$$

$$\frac{9}{4} C\mathcal{E}^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{15}{16} C\mathcal{E}^2 - \frac{9}{16 \cdot 2} C\mathcal{E}^2 + Q = \frac{45 - 9}{32} C\mathcal{E}^2 + Q = \frac{36}{32} C\mathcal{E}^2 + Q = \frac{9}{8} C\mathcal{E}^2 + Q$$

$$Q = \frac{9}{4} C\mathcal{E}^2 - \frac{9}{8} C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{8} C\mathcal{E}^2$$

Чистовик (2)

3)



метод потенциалов (в произвольный момент до $t_{уст}$)

Из ЗСЗ: $I_R = I_1 + I_2$

~~Также~~ $\cancel{U_1 + U_2 = \mathcal{E}}$

$$\cancel{\frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C} = \mathcal{E}}$$

~~Продифференцировав по времени получаем:~~

$$\cancel{\frac{I_1'}{3C} - \frac{I_2'}{C} = 0}$$ ~~(знак перед I_2' взят с учётом направления тока, т.к. заряд «утекает» от положительной обкладки)~~

$$\cancel{I_1' = 3I_2'}$$

$$\cancel{\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 3\frac{\Delta I_2}{\Delta t}}$$

$$\cancel{\Delta I_1 = 3\Delta I_2}$$

$U_1 = \mathcal{E} - U_R$

$U_2 = U_R$

$I_1 = q_1' = C_1 U_1' = C_1(\mathcal{E} - U_R)' = -C_1 U_R' = -3CU_R'$

$I_2 = -q_2' = -C_2 U_2' = -C_2 U_R' = -CU_R'$ $\Longrightarrow I_1 = 3I_2$

(с учётом направления, т.к. заряд уменьшается)

Если $I_2 = I_0$, то $I_1 = 3I_0 \Longrightarrow I_R = I_0 + 3I_0 = 4I_0$

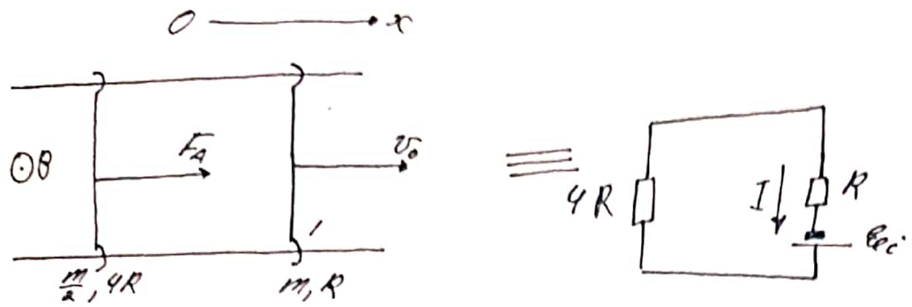
$U_R = I_R R = 4I_0 R$

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

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

3) $U_R = 4I_0 R$

№4 1)



На концах перемычки 1, движущейся со скоростью, перпендикулярной вектору магнитной индукции, возникает ЭДС индукции:

$\mathcal{E}_i = v_0 B L$

По правилу левой руки для произвольного заряда определяем направление тока (вниз в перемычке 1)

По закону Ома для эквивалентной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R+4R} = \frac{v_0 B L}{5R}$

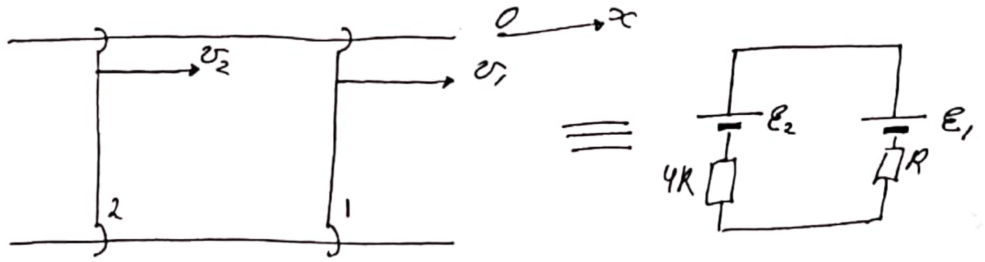
На перемычку 2 действует сила Ампера (вправо, по правилу левой руки)

$F_A = IBL = \frac{v_0 B^2 L^2}{5R}$

2ЗН в проекции на Ox: $\frac{m}{2}a = F_A$

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

2) Рассмотрим состояние, когда скорости (v_1 и v_2) установились:



(реально наоборот, ЭДС должны быть направлены вниз, но на решение это не влияет)

Аналогично, возникают ЭДС индукции на концах: $\mathcal{E}_1 = v_1 B L$

$\mathcal{E}_2 = v_2 B L$

Чтобы скорости были постоянными, т.е. $a_1 = 0$ и $a_2 = 0$, необходимо $F_{A1} = 0$ и $F_{A2} = 0$ (т.к. это единственная сила, действующая на перемычке вдоль Ox)

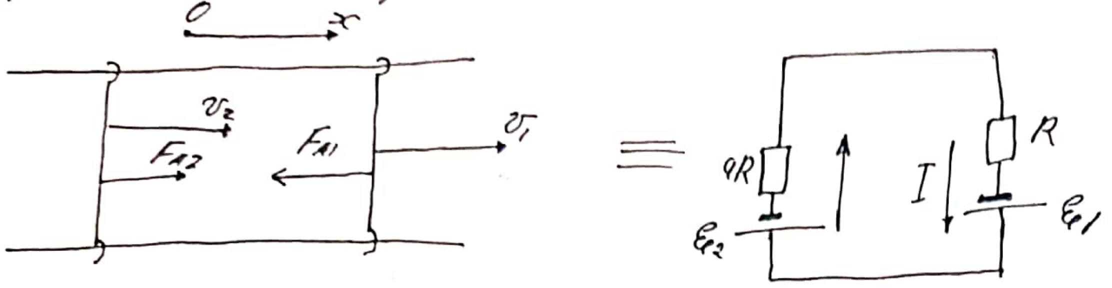
Откуда $I = 0$, что происходит при $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 \Leftrightarrow v_1 = v_2$

Из ЗСИ в проекции на Ox: $mv_0 = mv_1 + \frac{m}{2}v_2$

$$v_0 = v_1 + \frac{1}{2}v_1 = \frac{3}{2}v_1$$

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

3) Рассмотрим произвольный момент времени от начала движения до установления скоростей:



Как уже было написано в п.2): $\mathcal{E}_1 = v_1 BL$
$\mathcal{E}_2 = v_2 BL$

Тогда ток в эквивалентной цепи: $I = \frac{(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2)}{4R+R} = \frac{(v_1 - v_2)BL}{5R}$
(очевидно, что $v_2 < v_1$, т.к. v_2 возрастает, а v_1 убывает, уравниваясь они в уст. режиме движения).

$$F_{A1} = F_{A2} = \frac{(v_1 - v_2)B^2L^2}{5R} = \frac{v_{отн} B^2 L^2}{5R}$$

2ЗН для перемычек в проекции на Ox: $ma_1 = -\frac{v_{отн}B^2L^2}{5R} \Leftrightarrow a_1 = -\frac{v_{отн}B^2L^2}{5mR}$

$$\frac{m}{2}a_2 = \frac{v_{отн}B^2L^2}{5R} \Leftrightarrow a_2 = \frac{2v_{отн}B^2L^2}{5mR}$$

Значит, ~~начальное~~ расстояние (относительное) между перемычками уменьшается „с ускорением" $a_{отн} = a_2 - (-a_1) = \frac{v_{отн}B^2L^2}{5mR} + \frac{2v_{отн}B^2L^2}{5mR}$

$$a_{отн} = \frac{3B^2L^2}{5mR} v_{отн}$$

$$\frac{\Delta v_{отн}}{\Delta t} = \frac{3B^2L^2}{5mR} \frac{\Delta x_{отн}}{\Delta t}$$

$$\Delta v = \frac{3B^2L^2}{5mR} \Delta x_{отн}$$

Просуммируем от начала движения до момента, когда скорости установились:

$$\sum \Delta v_{отн} = \frac{3B^2L^2}{5mR} \sum \Delta x_{отн}$$

$$0 - v_0 = \frac{3B^2L^2}{5mR}(x_{кон} - x_{нач})$$

Т.к. расстояние уменьшилось, то искомая величина ~~[illegible]~~ является модулем $x_{кон} - x_{нач}$, т.е. $\Delta x = x_{нач} - x_{кон} = \frac{5mv_0R}{3B^2L^2}$

Ответ: 1) $a = \frac{2v_0B^2L^2}{5MR}$

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

3) $\Delta x = \frac{5mv_0R}{3B^2L^2}$

Чистовик (5)

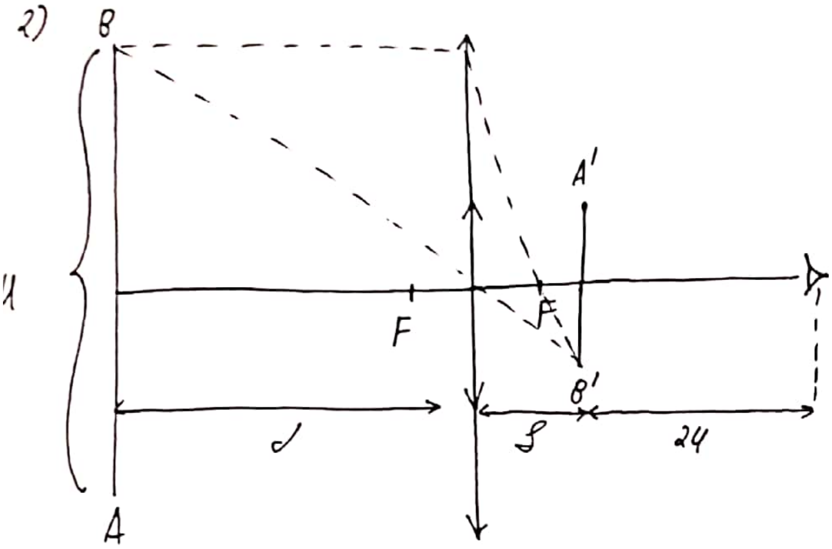
№5 1) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{48 \cdot 12}{48-12} = \frac{48}{3} = 16$$ (расстояние от действительного изображения до линзы)

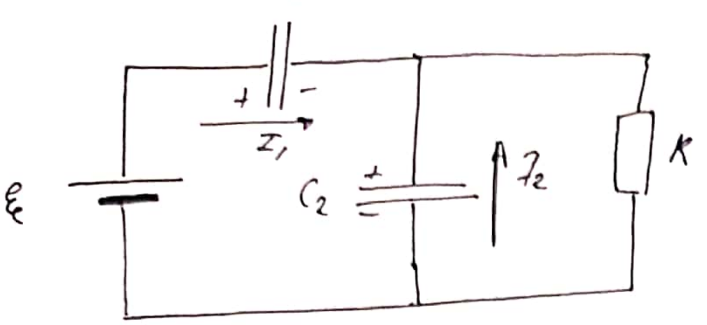
$x = f + 24 = 40$ см

2)



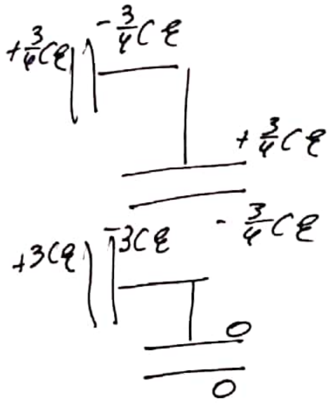
Ответ: 1) $x = 40$см

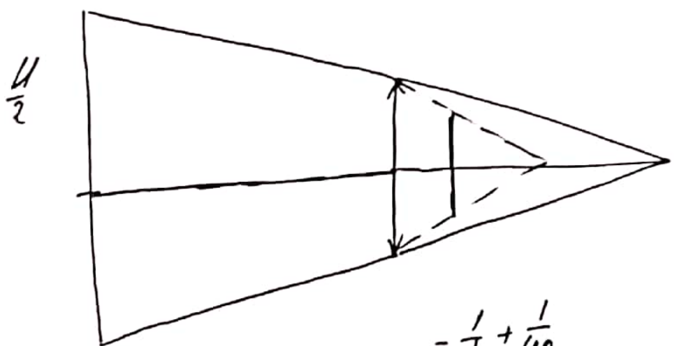
Черновик



$I_1 = 3C(\mathcal{E} - U_R)' = -3C\,U_R'$

$I_2 = C($





$-\frac{1}{f} + \frac{1}{40}$

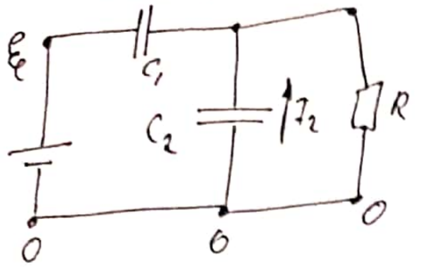
$\frac{\cancel{40}^{5}}{D_н} = \frac{40+48}{D_н + H}$ $= \cancel{88}^{11}$

$5D_н + 5H = 11D_н$

$D_н = \frac{5}{6}H$

Черновик

$\varepsilon - U_1 = U_2$



$U_R = U_2$

$U_1 = \varepsilon - U_R$

$I_1 = C_1(\varepsilon - U_R)' = -C_1 \frac{\Delta U_R}{\Delta t}$

$I_2 = C_2 (U_R)' = C_2 \frac{\Delta U_R}{\Delta t}$

$\varepsilon - U_1 = U_2$

$I_R = \frac{U_2}{R} = I_1 + I_2$

$I_R = C_1 \frac{\Delta U_1}{\Delta t} + C\frac{\Delta U_2}{\Delta t}$

$I_R = I_1 + I_2$

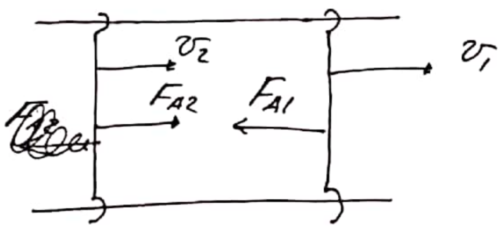
$\frac{U_R}{R} = C_1 U_1' + C_2 U_2' =$

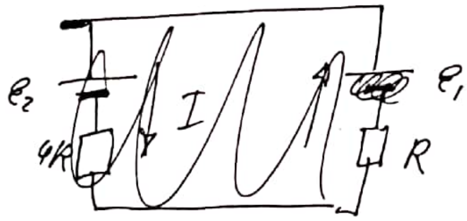
$= 3C \frac{\Delta U_1}{\Delta t} + C_2 \frac{\Delta U_2}{\Delta t}$

$\frac{U_R \Delta t}{R} =$

I_1

$\frac{U_R}{R} = -3CU_R' + CU_R' = -2CU_R'$



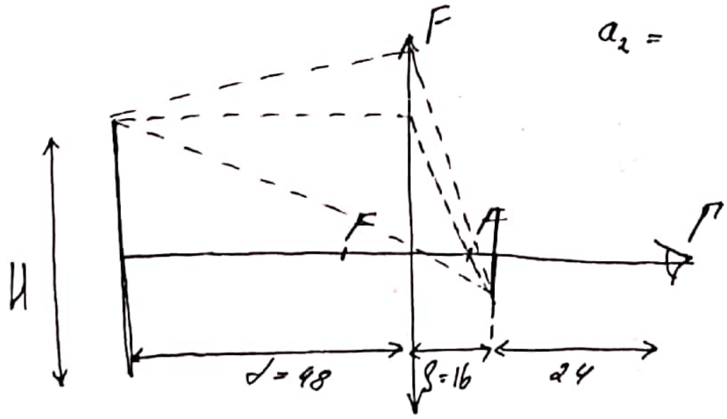


$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{5R} = \frac{(v_1 - v_2)BL}{5R}$

$F_{A1} = \frac{(v_1 - v_2)B^2L^2}{5R} = F_{A2}$

$a_1 = -\frac{(v_1 - v_2)B^2L^2}{5Rm}$

$a_2 =$



$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}$

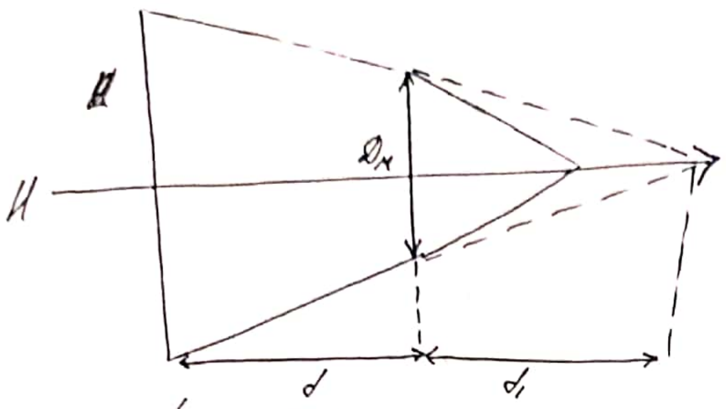
$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{48\cdot12}{48-12} =$

$= \frac{48\cdot\cancel{12}}{3\cdot\cancel{12}} = 16$

$x = 40$

Сканировано с CamScanner

Черновик



$$\frac{d_1}{D_H} = \frac{d+d_1}{H}$$

$$D_H = \frac{d_1}{d+d_1} H$$

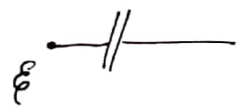
$$-\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

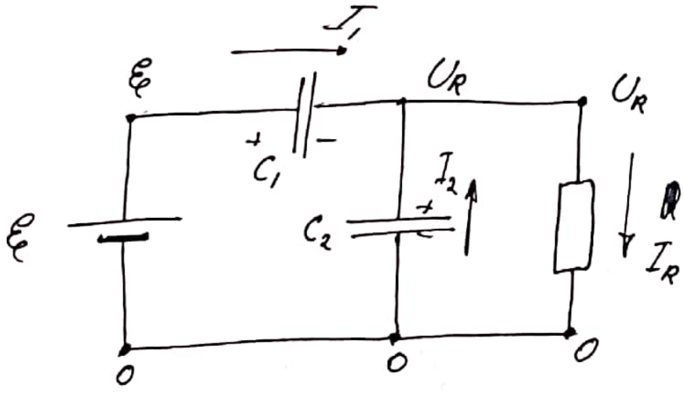
$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d_1} =$$

$$f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 + F} = 40$$

$$\frac{d_1 \cdot \cancel{12}\,3}{d_1 + 12} = \cancel{40}\,10$$

$$3d_1 = 10d_1 + 120$$





$$U_1 = \mathcal{E} - U_R$$

$$U_2 = -U_R$$

$$I_2 = C(-U_R)' = -CU_R'$$

$$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$$

$$\frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C} = \mathcal{E}$$

$$\frac{I_1'}{3C} + \frac{I_2'}{2C} = 0$$

$$I_1' = -3I'$$

$$\mathcal{E} - U_1 - I_R R = 0$$

$$C(U_2 -$$

$$I_2 = C\frac{\Delta U_R}{\Delta t}$$

$$\Delta q_2 = C\Delta U_R$$

$$q_2 - \frac{3}{4}C\mathcal{E} = C(U_R -$$

$$I_R = I_1 + I_2$$

$$U_R = R(3C\frac{\Delta U_1}{\Delta t}$$

$$U_R = \frac{3\mathcal{E}}{4} e^{-2cRt}$$

$$U_R = Ae^{-2cRt}$$

$$U_R(0) = Ae^0 = A = \frac{3\mathcal{E}}{4}$$