Часть 1

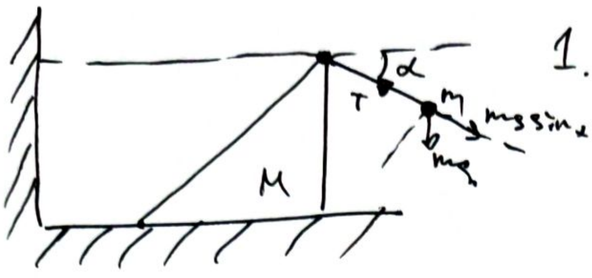
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21200573**

ID профиля: **811416**

Вариант 2

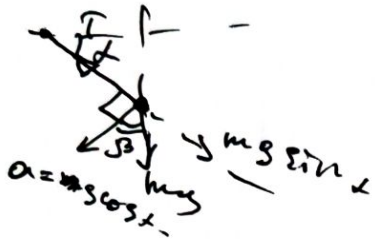
№1. Чистовик.



1. Т.к. угол наклона нити не изменяется $\Rightarrow a_y = 0$

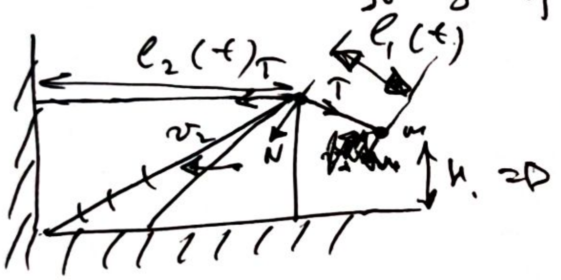
$\Rightarrow T = mg\sin\alpha$.

ускорение
$\Rightarrow$ шарика ~~шарика~~ не изменяет своего направления за время движения $\Rightarrow$ оно направлено под углом 90° к нити.



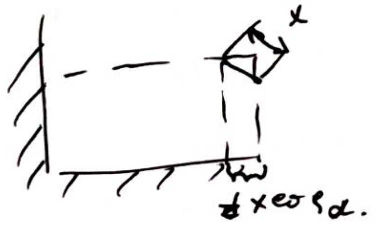
$\Rightarrow \cos\beta = \cos\alpha = \frac{4}{5}$.

2. Найдём связь ускорений клина и шарика.



$l_1(t) + l_2(t) = const.$

$\Rightarrow \frac{\Delta l_1(t)}{\Delta t} + \frac{\Delta l_2(t)}{\Delta t} = 0.$



$\frac{\Delta l_2(t)}{\Delta t} = -v_2$

$\frac{\Delta l_1(t)}{\Delta t} = +v_1\cos\alpha$

$\Rightarrow v_2 = v_1\cos\alpha$

$\Rightarrow a_2 = a_1\cos\alpha = g\cos^2\alpha$

$\Rightarrow a_2 = \frac{16}{25}g = \frac{16}{25}\cdot 10 = \frac{32}{5}\ \frac{м}{с^2}$

по 2.З.Н. для клина:

3. $Ma_2 = N\sin\alpha = T\sin^2\alpha = mg\sin^3\alpha.$

$Mg\cos^2\alpha = mg\sin^3\alpha$

$\Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\cos^2\alpha}{\sin^3\alpha} = \frac{\frac{16}{25}}{\frac{81}{125}} = \frac{80}{81}$ $\left(\sin\alpha = \frac{3}{5}\right)$

4. по вертикали ускорение шарика вниз. $a_{вн} = g\cos\alpha\cdot\cos\alpha = g\cos^2\alpha$

из кинематики: $H = \frac{a_{вн}t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_{вн}}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\frac{16}{25}}} = \sqrt{\frac{25H}{8g}}$

Ответ: $\cos\beta = \frac{4}{5}$, $a_2 = g\cdot\frac{16}{25}$, $\frac{m}{M} = \frac{80}{81}$, $t = \sqrt{\frac{25H}{8g}}$

1

Чистовик

№2

Дано: ν, T_0, $c(T) = \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$, $T_к = \frac{T_0}{2}$.

Найти: $Q_1 - ?$

Решение: 1. ~~по I н. термодинамики~~

$$T_к = \frac{T_0}{2} \Rightarrow C_к = \frac{5}{2}R\frac{\frac{T_0}{2}}{T_0} = \frac{5}{4}R.$$

$$c_н = \frac{5}{2}R.$$

$$c_{ср} = \frac{c_к + c_н}{2} = \frac{\frac{5}{4}+\frac{5}{2}}{2}R = \frac{15}{8}R$$ (т.к. зависимость линейная.)

~~по I н. термодинамики:~~

$\cancel{\Delta Q = A + \Delta U}$

$$\Delta Q = c_{ср}\nu\Delta T = -\frac{15}{8}R\cdot\nu\cdot\frac{T_0}{2} = -\frac{15}{16}R\nu T_0$$

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

2. по I н. термодинамики:

$$\frac{c_к' + c_н}{2}\cancel{R}\nu(T_к - T_0) = A + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_0).$$

$$\frac{\frac{5}{2}R\frac{T_к}{T_0} + \frac{5}{2}R}{2}\nu(T_к - T_0) = A + \frac{3}{2}(T_к - T_0)\nu R.$$

$$\frac{5}{4}R\left(\frac{T_к}{T_0}+1\right)\nu(T_к - T_0) - \frac{3}{2}(T_к - T_0)\nu R = A.$$

$\cancel{\frac{5}{4}\nu R\left(\frac{(T_к+T_0)}{T_0}\right)(T_к - T_0) - \frac{3}{2}(T_к - T_0)) = A}$

$\cancel{\frac{5}{4}\nu R\left(\left(T_к^2 - T_0^2 - \frac{3}{2}\right.\right.}$

$$R\nu\left(\frac{5}{4}\frac{(T_к+T_0)(T_к-T_0)}{T_0} - \frac{3}{2}(T_к - T_0)\right) = A.$$

$$R\nu\left(\frac{\frac{5}{4}(T_к^2 - T_0^2) - \frac{3}{2}T_кT_0 + \frac{3}{2}T_0^2}{T_0}\right) = A.$$

~~$R\nu$~~ $\left|\frac{5}{4}T_к^2 - \frac{5}{4}T_0^2 - \frac{3}{2}T_кT_0 + \frac{3}{2}T_0^2\right|$ – max?

$5T_к^2 - 6T_кT_0 - 5T_0^2 + 6T_0^2$ Цветочик

$5T_к^2 - 6T_кT_0 + T_0^2$

$$T_{к\,min} = \frac{-(-6T_0)}{10} = \frac{6}{10}T_0 = \frac{3}{5}T_0$$

$\Rightarrow$

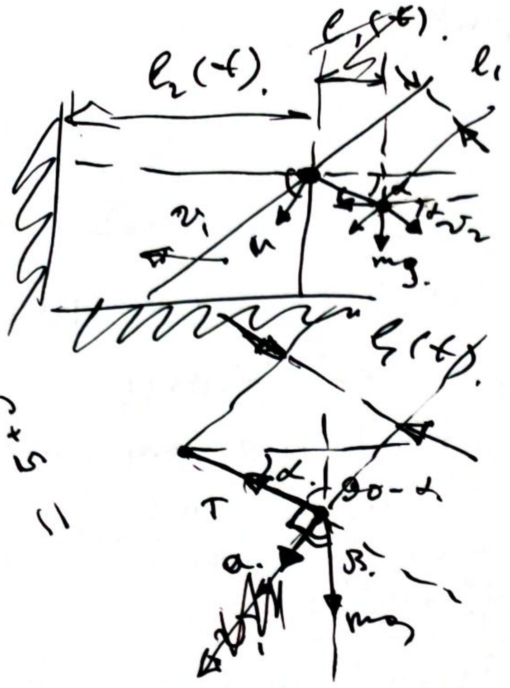
$$\frac{R\nu\left(\frac{5}{4}\cdot\frac{9}{25}T_0^2 - \frac{5}{4}T_0^2 - \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5}T_0^2 + \frac{3}{2}T_0^2\right)}{T_0} = A_{min}$$

$$R\nu\left(\frac{9}{20}T_0 - \frac{5}{4}T_0 - \frac{9}{10}T_0 + \frac{3}{2}T_0\right) = A_{min}$$

$$A_{min} = \frac{9 - 25 - 18 + 30}{20}T_0\nu R = -\frac{1}{5}T_0\nu R$$

Ответ: $Q_1 = \frac{15}{16}R\nu T_0$, $T_{к\,min} = \frac{3}{5}T_0$, $A'_{min} = \frac{-1}{5}T_0\nu R$.

нормалих



$\Delta l_1(t) + l_2(t) = \text{const}$

$\frac{\Delta l_1(t)}{\Delta t} + \frac{\Delta l_2(t)}{\Delta t} = 0$

$\frac{\Delta l_2}{\Delta t} = -v_1$

$\frac{\Delta l_1(t)}{\Delta t} = v_2 \cos\alpha$

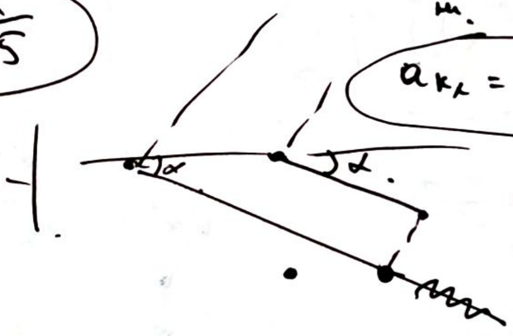
$v_2 \cos\alpha = -v_1$

$a_m \cos\alpha = -a_{kx}$

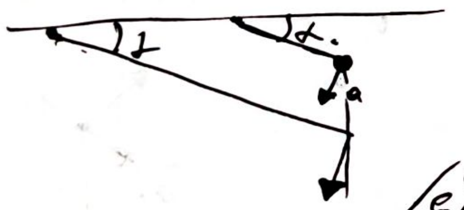
$\angle\beta = \angle\alpha$

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

$\boxed{a_{kx} = a_m \cos\alpha}$

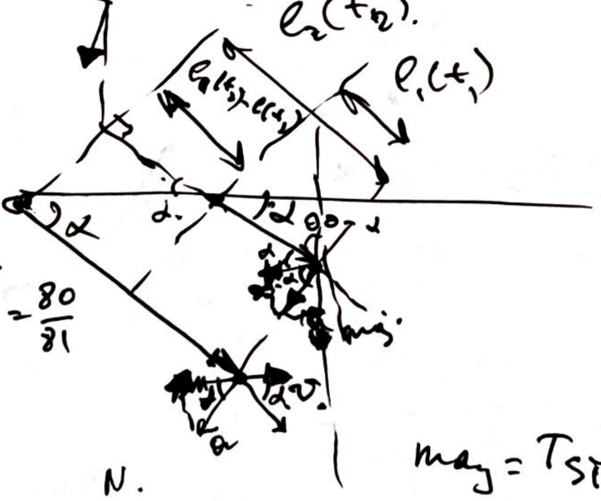


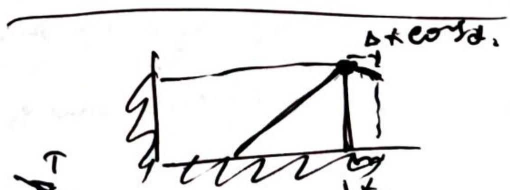
$a_m = g\cos\alpha =$



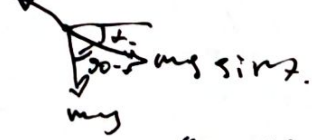
$a_{kx} = g\cos\alpha$

$a_{kx} = g\cos^2\alpha = \frac{16}{25}g$



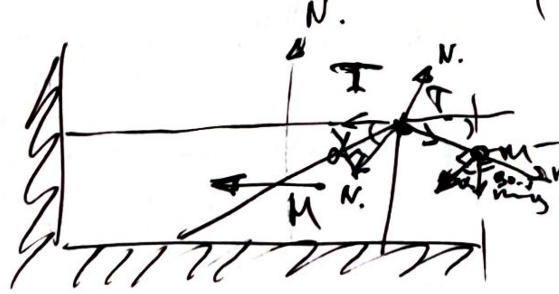


$\frac{\frac{16}{25}-1}{\frac{81}{25}} = \frac{16-5}{81} = \frac{80}{81}$



$ma_y = T\sin\alpha - mg = mg\sin^2\alpha - mg$

(3)



23.11 для клина:

$Ma_{kx} = N\sin\alpha$ $\quad mg\sin\alpha$

$N = T\sin\alpha =$

$N\sin\alpha = T = mg\sin\alpha$

$N = mg\sin^2\alpha$

$\boxed{Ma_{kx} = N\sin\alpha}$

$Ma_{kx} = mg\sin^3\alpha$

$N = T\sin\alpha = mg\sin^2\alpha$

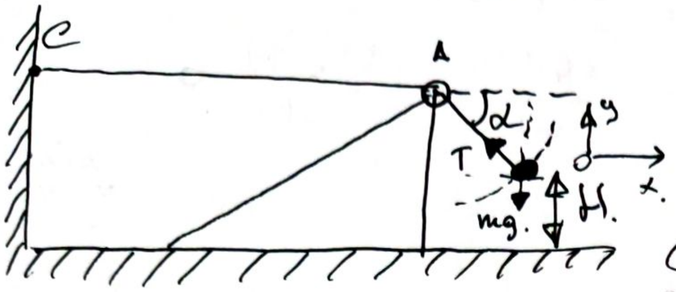
$M \cdot g\cos^2\alpha = mg\sin^3\alpha$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos^2\alpha}{\sin^3\alpha}$

~~[illegible]~~ Черновик.

№1.

Дано: $\cos\alpha = 4/5$, H.



1. по 2 з. Ньютона для шарика:

Ox: $T\cos\alpha = ma_x \Rightarrow a_x = \frac{T\cos\alpha}{m}$

Oy: $T\sin\alpha - mg = ma_y \Rightarrow$

$a_y = \frac{T\sin\alpha}{m} - g$

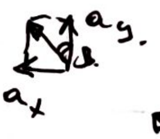
$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} =$

$= \sqrt{\frac{T^2\cos^2\alpha}{m^2} + \frac{T^2\sin^2\alpha}{m^2} - \frac{2T\sin\alpha g}{m} + g^2}$

$= \frac{T^2}{m^2} - \frac{2T\sin\alpha g}{m} + g^2$

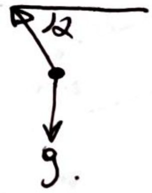
$tg\alpha = \frac{3/5}{4/5} = \frac{3}{4}$



$a_y = \frac{T}{m}\sin\alpha - mg$

$ma_x = T\cos\alpha$

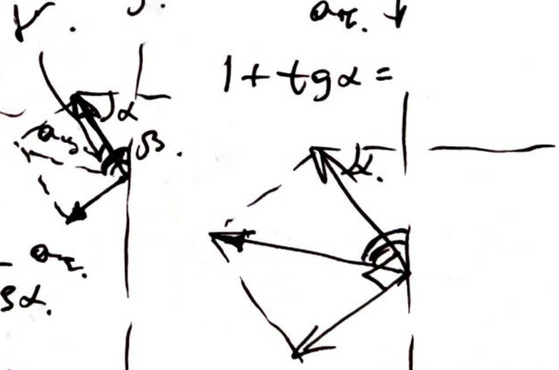
(1).



~~$T = mg\cos\alpha$~~

$ma_y = T - mg\cos\alpha$

$ma_\tau = mg\sin\alpha$



$1 + tg\alpha =$

$T = mg\cos\alpha$

$\frac{mg}{T} = \frac{1}{\cos\alpha}$ a_τ.

$tg\gamma = \frac{a_\tau}{a_y} = \frac{mg\sin\alpha}{\frac{T}{2} - g\cos\alpha}$ ×3 / 48

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

1. Т.к. угол наклона нити к горизонту не изменяется $\Rightarrow$ ускорение не меняет своего направления $\Rightarrow T = mg\cos\alpha$.

$tg\beta = \frac{a_x}{a_y} = \frac{T\sin\alpha m}{m T\cos\alpha} - \frac{mg}{T\cos\alpha} = tg\alpha - \frac{1}{\cos^2\alpha} = \frac{3}{4} - \frac{1}{\frac{16}{25}} =$

$= \frac{3}{4} - \frac{25}{16} = \frac{12 - 25}{16} = -\frac{13}{16}$

Часть 2

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

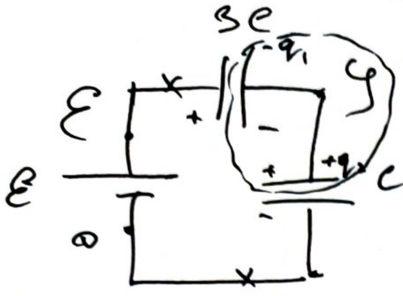
Шифр: **21200573**

ID профиля: **811416**

Вариант 2

№3. Чистовик

0) Рассмотрим цепь до замыкания ключа. Режим в цепи установился ⇒ тока нет.



метод узловых потенциалов

в изолированной области суммарный заряд ~~сохраняется~~ не изменяется.

$$\Rightarrow -q_1 + q_2 = 0$$

$$q_1 = 3C(\mathcal{E} - \varphi)$$

$$q_2 = C(\varphi - 0)$$

$$C\varphi - 3C\mathcal{E} + 3C\varphi = 0$$

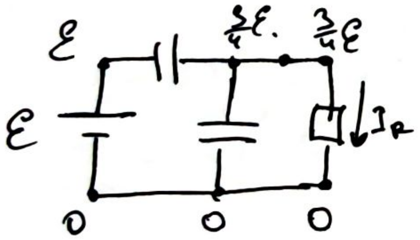
$$3\cancel{C}\mathcal{E} = 4\cancel{C}\varphi$$

$$\varphi = \frac{3}{4}\mathcal{E}.$$

$$\Rightarrow U_{C_1} = \mathcal{E} - \frac{3}{4}\mathcal{E} = \frac{1}{4}\mathcal{E}$$

$$U_{C_2} = \frac{3}{4}\mathcal{E} - 0 = \frac{3}{4}\mathcal{E}.$$

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторах скачком не изменится ⇒ $U_{C_1}(0) = \frac{1}{4}\mathcal{E}$, $U_{C_2} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$.



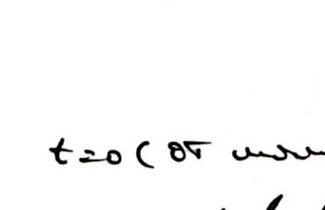
$$I_R = \frac{\frac{3}{4}\mathcal{E} - 0}{R} = \frac{3\mathcal{E}}{4R}.$$

метод узловых потенциалов.

2). Рассмотрим процесс от $t=0$ (от момента замыкания ключа) до $t = t_{уст}$ (до установившегося режима)

~~$\Rightarrow I_{C_1} = 0$~~

$$W_1 = \frac{3C\cdot\left(\frac{1}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{3}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} = \frac{3C\mathcal{E}^2}{32} + \frac{9C\mathcal{E}^2}{32} = \frac{12C\mathcal{E}^2}{32}$$



метод узловых потенциалов

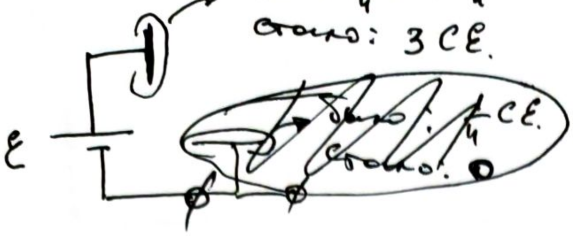
т.к. режим установился ⇒ тока в цепи нет.

$$\Rightarrow W_2 = \frac{3C(\mathcal{E}-0)^2}{2} + 0$$

1

Было: $\frac{9}{4}\mathcal{E}C = \frac{1}{4}\mathcal{E}\cdot 3C$. Чистовик

Стало: $3C\mathcal{E}$.



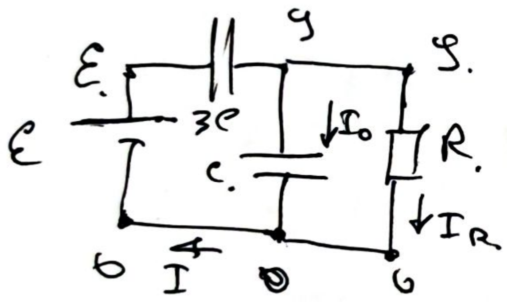
по З.С.Э.: $A = \Delta W + Q \Rightarrow Q = A - \Delta W =$

$= \mathcal{E}(3C\mathcal{E} - \frac{9}{4}C\mathcal{E}) - \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{12}{32}C\mathcal{E}^2 =$

$= \frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 - \frac{3}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{12}{32}C\mathcal{E}^2 =$

$= (\frac{9}{4} + \frac{3}{8} - \frac{3}{2})C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$

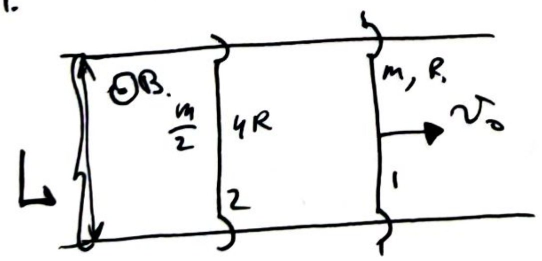
3) Рассмотрим цепь, когда ток через C_2 $I_{C_2} = I_0$



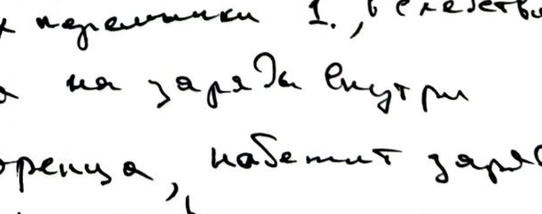
$dq = d(U_{C_2} C) \;/ :dt$

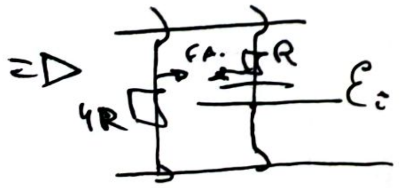
$I_0 = U'_{C_2} C$.

№4.



① На концах перемычки 1, вследствии действия на заряды внутри силы Лоренца, набегает заряд

$\Rightarrow$ 

$\Rightarrow$ 

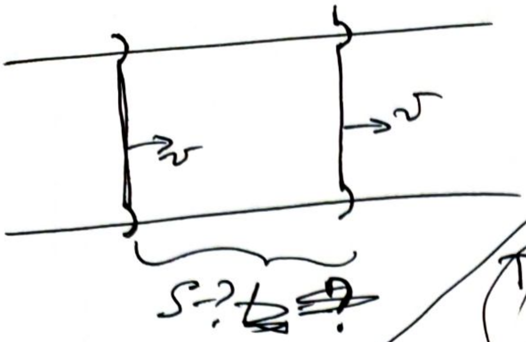
$I = \frac{\mathcal{E}_i}{5R} = \frac{B v_0 L}{5R}$. $\mathcal{E}_i = B v_0 L$.

②

$\Rightarrow a = \frac{BIL}{m} \Rightarrow$ по 2 з. Ньютона для перемычки 2: $\frac{m}{2} a = \frac{1}{2}F_A - \frac{1}{2}BIL$

② Чистовик.

Через продолжительный промежуток времени

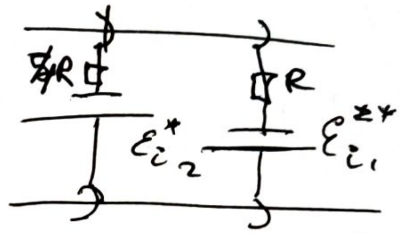


~~Только будет~~

~~Тока в перемычках не будет. т.к. на концах в~~

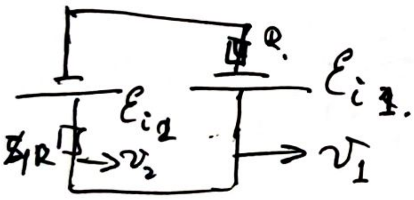
Тока в перемычках не будет. Т.к. на концах перемычки 2 образуется заряд и она станет эквивалентна источнику ЭДС индукции!

⇒ Скорости перемычек равны



$\varepsilon_{i_1} = \varepsilon_{i_2}$ (т.к. тока нет)

Рассмотрим произвольный момент времени



$$I^* = \frac{\varepsilon_{i_1}-\varepsilon_{i_2}}{5R}$$

по II з. Ньютона для перемычки 2:

$$\cancel{\frac{ma}{2}} \qquad \frac{m}{2}a_2 = \underbrace{\frac{1}{2}BI^*L}_{F_A} = \frac{1}{2}B\frac{(\varepsilon_{i_1}-\varepsilon_{i_2})}{5R}L =$$

$$= \frac{1}{2}\cdot B\cdot\frac{(Bv_1L - Bv_2L)}{5R}L = \frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{10R}$$

$$a_2 = \frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{5Rm}$$

по II з. Ньютона для перемычки 1:

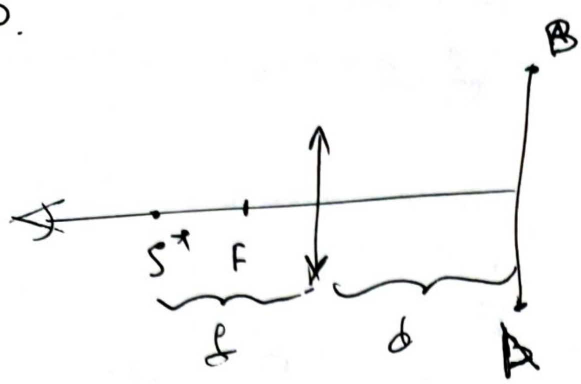
$$ma_1 = \frac{1}{2}BI^*L = \frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{10R}$$

$$a_1 = \frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{10Rm}.$$

③

Ответ: $a = \frac{BIL}{m} = \frac{B^2L^2v_0}{5Rm}$

№5. Чистовик.



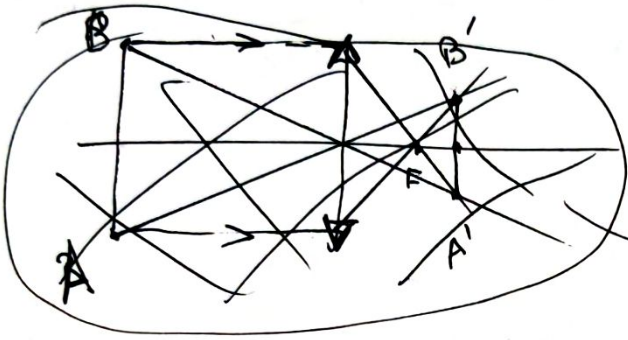
① по ф. т. линзы:

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

$$\Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{12 \cdot 48}{36} =$$

$$= 16 \text{ см}$$

$$x = 16 + 24 = 40 \text{ см}$$

② 

$$\cancel{\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{D_м} = \frac{16}{48} = \frac{1}{3}}$$

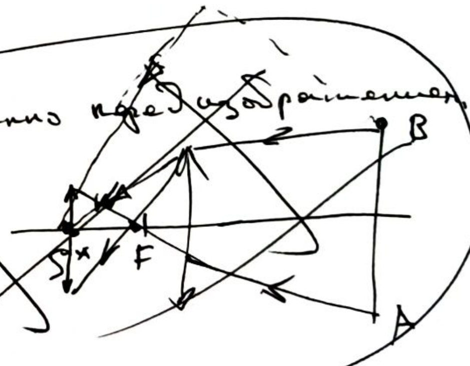
~~d~~ ~~$D_м =$~~

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{D_м}{H} = \frac{16}{48} = \frac{1}{3}.$$

$$D_м = \frac{H}{3} = 3 \text{ см}$$

~~③ Экран следует поставить непосредственно перед изображением.~~

~~Ответ: $x = 40$ см, $D_м = 3$ см.~~



③ 

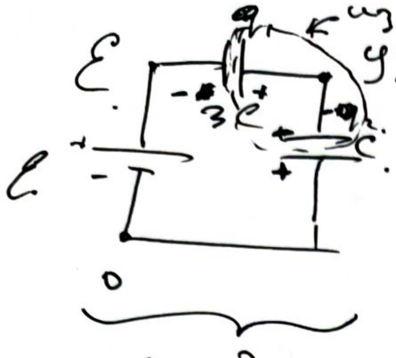
Экран следует разместить на фокусном расстоянии

Ответ: $D_м = 3$ см, $x = 40$ см, $S = F = 12$ см

~~Чистовик~~. Черновик.

№3.

(0) Рассмотрим цепь до замыкания ключа.Ретом... установившейся ток нет.



метод потенциалов

1) $-q_2+q_1=0$ (в изол. области заряд константа)

$q_2 = C(\varphi-0)$

$q_1 = 3C(\mathcal{E}-\varphi)$

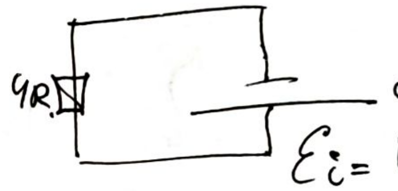
$\cancel{3C\mathcal{E} - C\varphi + 3C\mathcal{E} - 3C\varphi = 0}$

$\cancel{3C\mathcal{E} = 2C\varphi}$

$q_1 - q_2 = 0$

$3C\mathcal{E} - \varphi 3C - C\varphi = 0$

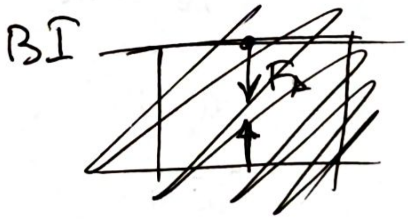
$3C\mathcal{E} = 4C\varphi$



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

$I = \frac{dq}{dt}$

$F_A = BIL$



$I_{общ} = \varphi' C + \frac{\varphi}{R}$

$I = I_0 + I_R$

$I_R = \frac{\varphi - 0}{R}$

$\varphi' = \frac{I_0}{C}$

$q = U_C C$

$dq = d(U_C C)$

$I = \frac{dq}{dt} = U_C' C$

$\frac{9}{4}\mathcal{E}^2 \times \frac{3}{8} = \frac{27}{8}$

$\frac{3}{4}\mathcal{E}^2 \times \frac{3}{8} = \frac{9}{8}$

$\frac{27}{8} - \frac{9}{8} = \frac{18}{8} = \frac{9}{4}$

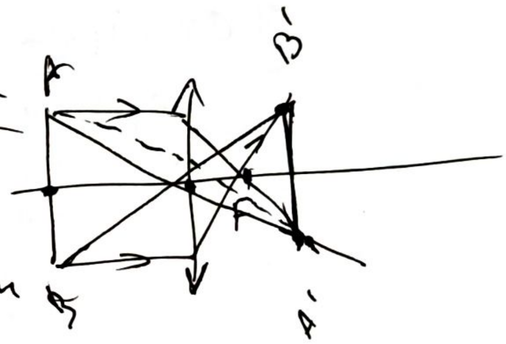
Черновик.

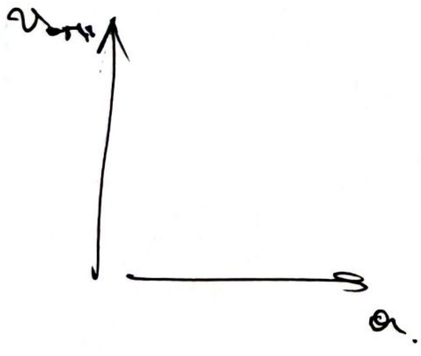
$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{5Rm_x}$$

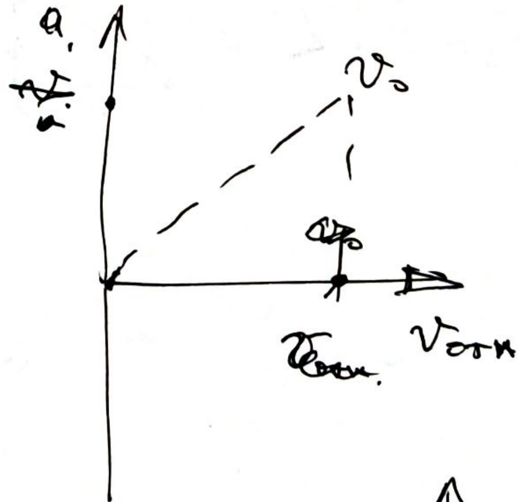
$$\Delta v = \frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)\Delta t}{5Rm_x}$$

$$\Delta v = \frac{B^2 L^2 \cancel{t}(\Delta x_1 \mp \Delta x_2)}{5Rm}$$

$$\begin{cases} a_2 = \dfrac{B^2 L^2 \cancel{t} v_{отн}}{5Rm} \\ a_1 = \dfrac{B^2 L^2 v_{отн}}{10Rm} \end{cases}$$

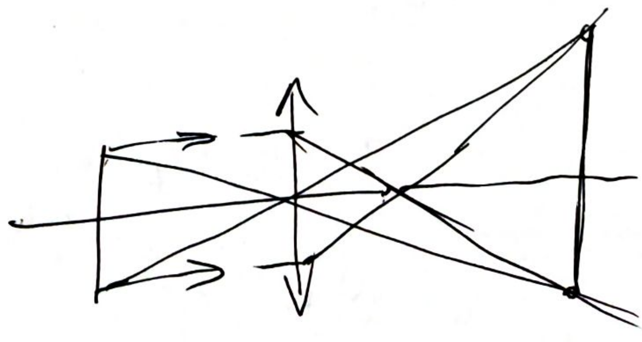






$$\frac{a_2}{a_1} = ? \Rightarrow a_1$$

$$\cancel{a_2/a_1} = \frac{a_2}{2} =$$

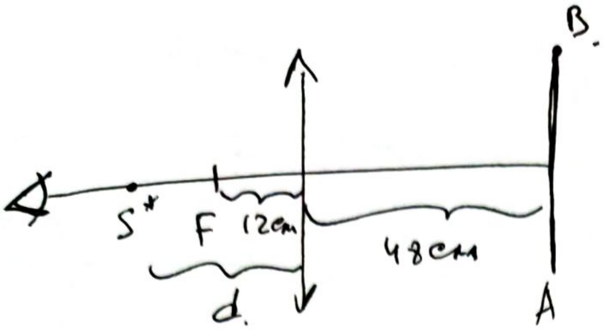


№5.

черновик.

$F = 12$ см, $h = 9$ см,

[illegible] $d = 48$ см.



① по ф. т. линза:

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

$$\Rightarrow f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{12 \cdot 48}{48 - 12} = \frac{\cancel{12}^{2} \cdot \cancel{48}^{8}}{\cancel{36}_{6}} = 16 \text{ см.}$$

$x = d + 24 = 40$ см.

②

Черновик