# Часть 1

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

Шифр: **21202571**

ID профиля: **323019**

Вариант 1

~~Чистовик~~ Черновик  Лист 2.

№1

Дано:

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

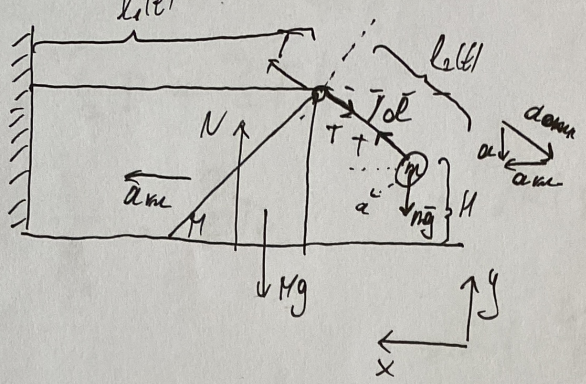
$H$

1) $\beta$ – ?

2) $a_{кл}$ – ?

3) $\frac{m}{M}$ – ?

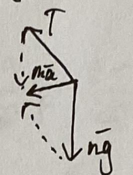
4) $T$ – ?




Решение:

1) 2ЗН для шара:

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

=>  – треугольник сил.



В начальный момент $V = 0$ => $a_{ц.с} = 0$ =>

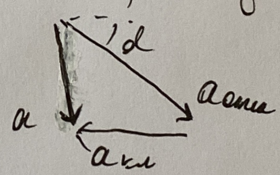
$\bar{a} = \bar{a}_{цс} + \bar{a}_\tau \rightarrow \bar{a} = \bar{a}_\tau$ => в начале ускорение $\perp$ нити

Из геометрии $\beta = 90 - \alpha$ => $\sin\beta = \frac{3}{5}$.

2) По усл угол $\alpha$ не изм => по 2ЗН для клина: $Ma_{кл} = T\cos\alpha$ => $a_{кл} = const$.

Также из усл постоянности $\alpha$ следует, что шарик не двигается по оси $x$, а опускается только по $y$.

Получается, по ЗСУ:




2ЗН для шара: $y: ma_{отн}\sin\alpha = mg - T\sin\alpha$

$x: ma_x = T\cos\alpha$

Тогда $\begin{cases} Ma_{кл} = T\cos\alpha \\ m(a_{отн}\sin\alpha - a_{кл}) = T\cos\alpha. \\ m(a_{отн}\sin\alpha) = mg - T\sin\alpha \end{cases}$

$\frac{M}{m} = \frac{2}{5}$.

$\frac{2}{5} + \frac{4}{15}$

$\frac{6+4}{15} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$

$\frac{\frac{2}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{2}{3}$

Вар 11-01. ~~Черновик~~ Чистовик. Лист 1.

№2

Дано:

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

$T_0 \to \frac{5}{6}T_0$

1) $Q_1$ - ?

$A_{min}$

2) $T$ - ?

3) $A_{min}$ - ?

Решение:

1) $Q = C\nu\Delta T \Rightarrow Q_1 = -Q = 2R\frac{\frac{5}{6}T_0}{T_0}\nu\left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right)$

$Q_1 = \frac{5}{3}R\nu \cdot \frac{1}{6}T_0 = \frac{5}{18}\nu R T_0.$

2) По 1ому нач. термодинамики:

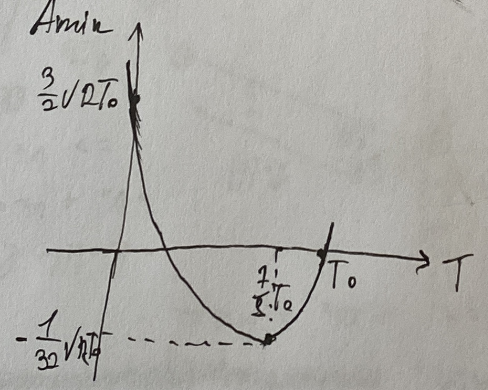
$Q = \Delta U + A$

$C(t)\nu\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{min}.$

$A_{min} = 2R\nu\frac{T}{T_0}\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \nu R\Delta T\left(2\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right)$

$A_{min} = \nu R(T - T_0)\left(2\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right)$

$A_{min} = 2\nu R\frac{T^2}{T_0} - \frac{7}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0.$




$\Rightarrow A_{min}$ при $T = \frac{7}{8}T_0.$

$A_{min} = -\frac{1}{32}\nu RT_0.$

Ответ: 1) $\frac{5}{18}\nu RT_0$

2) $\frac{7}{8}T_0$

3) $-\frac{1}{32}\nu RT_0.$

Вар 11-01 ~~черновик~~ лист 2

Чистовик

П1.

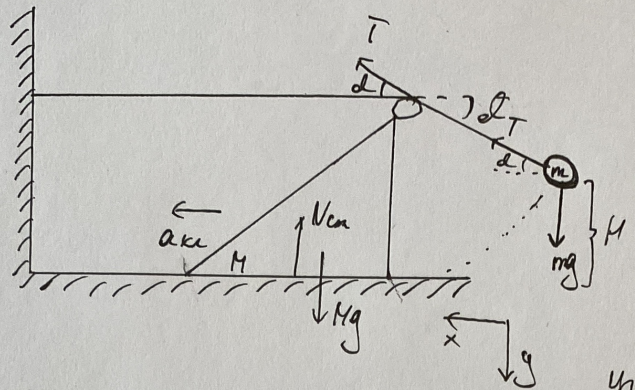
Дано:

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

$H$

Найти:

1) $\beta$ - ?
2) $a_{кл}$ - ?
3) $\frac{m}{M}$ - ?
4) $\tau$ - ?




Решение:

• 2ЗН для шарика:

$mg - T\sin\alpha = ma_y \quad : y$

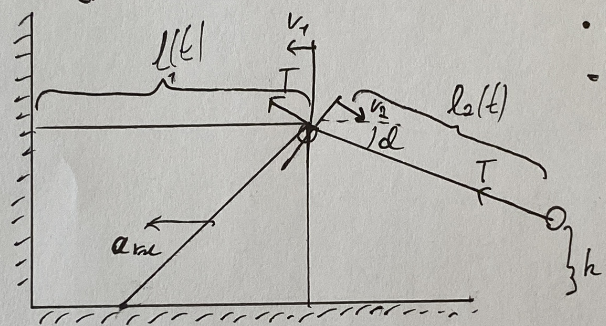
$T\cos\alpha = ma_x \quad : x$

2ЗН для клина

$Ma_{кл} = T\cos\alpha$, т.к. угол альфа не меняется

$\Rightarrow a_{кл} = const$; ~~[illegible]~~

Из уравнений $\Rightarrow ma_x = Ma_{кл}$



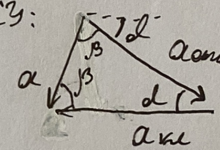

• $l_1(t) + l_2(t) = const.$

• $V_1 + V_2 = 0.$

$\Rightarrow V_1 = V_2$

$\Rightarrow a_{кл} = a_{отн}$

ЗСУ:




(на нити)

• Тогда:
$$\begin{cases} mg - T\sin\alpha = ma_{отн}\sin\alpha \\ T\cos\alpha = m(a_{отн}\cos\alpha + a_{кл}) \\ Ma_{кл} = T\cos\alpha \\ a_{кл} = a_{отн} \end{cases}$$

$$\hookrightarrow Ma_{кл} = m(a_{кл} - a_{кл}\cos\alpha)$$

$$M = m(1-\cos\alpha) \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{1}{1-\cos\alpha} = \frac{5}{2}.$$

$$\rightarrow mg - \frac{Ma_{кл}}{\cos\alpha}\sin\alpha = ma_{кл}\sin\alpha$$

$$g - \frac{2}{5}\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}a_{кл} = a_{кл}\sin\alpha$$

$$g - \frac{4}{15}a_{кл} = \frac{2}{3}a_{кл} \rightarrow \frac{2}{3}a_{кл} = g \rightarrow a_{кл} = \frac{3}{2}g.$$

• $H = \frac{a_y\tau^2}{2}$, где $a_y = a_{отн}\sin\alpha = \frac{3}{2}\cdot\frac{2}{5}g = \frac{3}{5}g.$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{3}{5}g}} = \sqrt{\frac{10H}{3g}}.$$

Ответ: 1) ~ 3) $\frac{5}{2}$

2) $\frac{3}{2}g$ 4) $\sqrt{\frac{10H}{3g}}$

Черновик Лист 1.

$\nu R\left(2\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T - 2T + \frac{3}{2}T\right)$

$\nu R\left(2\frac{T^2}{T_0} - \frac{7}{2}T + \frac{3}{2}T\right)$

$x_B = \dfrac{\frac{7}{2}}{\frac{4}{T_0}} = \frac{7}{8}T_0.$

$\to \nu R\left(2\dfrac{\frac{49}{64}T_0^2}{T_0} - \frac{7}{2}\cdot\frac{7}{8}T_0 + \frac{3}{2}\cdot\frac{7}{8}T_0\right)$

$\nu R\left(\frac{49}{32} - \frac{49}{16} + \frac{21}{16}\right)$

$\nu R\left(\frac{49}{32} - \frac{28}{16}\right)$

$\nu R\left(\frac{49}{32} - \right.$

Черновик Лист:

$$2\nu R\frac{T^2}{T_0} - 2\nu RT - \frac{3}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0 + \cancel{A} = 0$$

$$2\nu R\frac{T^2}{T_0} - \frac{7}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0 + \cancel{A} = 0$$

$$2\nu R T^2 - \frac{7}{2}\nu RTT_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0^2 \cancel{A} = 0$$

$$D = \frac{49}{4}\nu^2R^2T_0^2 - 4\left(2\nu R\cdot\frac{3}{2}\nu RT_0^2\right) = \frac{49}{4}\nu^2R^2T_0^2 - 12\nu^2R^2T_0^2$$

$$= \left(\frac{49}{4} - \frac{48}{4}\right)\nu^2R^2T_0^2 \Rightarrow \sqrt{D} = \frac{1}{4}\nu RT_0.$$

$$T = \frac{\frac{7}{2}\nu RT_0 - \frac{1}{4}\nu RT_0}{4\nu R} = \frac{\frac{13}{4}\nu RT_0}{4\nu R} = \frac{13}{16}T_0.$$

$$T = \frac{\frac{7}{2}\nu RT_0 + \frac{1}{4}\nu RT_0}{4\nu R} = \frac{\frac{15}{4}\nu RT_0}{4\nu R} = \frac{15}{16}T_0.$$

$$2\nu R\frac{\frac{15}{16}T_0}{T_0}\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \left(\frac{15}{8} - \frac{3}{2}\right)\nu R\Delta T = \frac{3}{8}\nu R\Delta T = -\frac{3}{8\cdot 16}\nu RT_0.$$

$$\left(\frac{13}{8} - \frac{3}{2}\right)\nu R\Delta T = \frac{1}{8}\nu R\Delta T = -\frac{3}{8\cdot 16}\nu RT_0.$$

$$\Delta T = \left(\frac{13}{16} - 1\right)T_0 = -\frac{3}{16}T_0.$$

$$\Delta T = \left(\frac{15}{16} - 1\right)T_0 = -\frac{1}{16}T_0.$$

$$-\frac{5}{18}\nu RT_0 = +\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{5}{6}T_0 - T_0\right) + A_1.$$

$$2\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{1}{6} = \frac{10}{36} = \frac{5}{18}.$$

$$-\frac{5}{18}\nu RT_0 = \frac{3}{2}\nu R\left(-\frac{1}{6}\right) + A_1.$$

$$-\frac{5}{18}\nu RT_0 = -\frac{1}{4}\nu R + A_1.$$

$$\frac{39}{48} \text{ и } \frac{40}{48}.$$

$$\left(-\frac{5}{18} + \frac{1}{4}\right)\nu RT_0 = A_1.$$

$$\left(-\frac{10}{36} + \frac{9}{36}\right)\nu RT_0 = A_1.$$

Черновик лист 4

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$

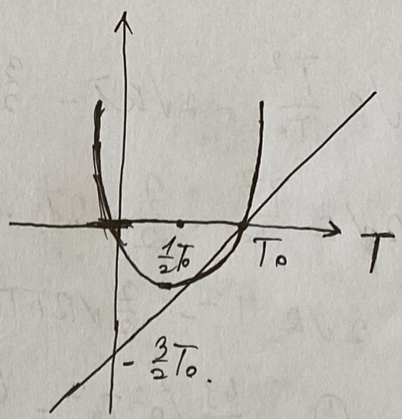
$Q = 2\nu R\frac{T^2}{T_0} - 2\nu RT$

$y = \cancel{2x}^2 - 2x$

$y = \frac{3}{2}(x-1)$

$x_B = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

$y = 2 \cdot \frac{1}{4} - 1 = -\frac{1}{2}$




$(x - T_0)(2\frac{x}{T_0} - \frac{3}{2})$

$(x - T_0)'(2\frac{x}{T_0} - \frac{3}{2}) + (x - T_0)(2\frac{x}{T_0} - \frac{3}{2})'$

$-T_0(2\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}) + (\cancel{x} - T_0)(\frac{2}{T_0} - \frac{3}{2}) = 0.$

$-2T + \frac{3}{2}T_0 + (\frac{2T}{T_0} - \frac{3}{2}T - 2 + \frac{3}{2}T_0) = 0.$

$-2T + \frac{3}{2}T_0 + \frac{2T}{T_0} - \frac{3}{2}T - 2 + \frac{3}{2}T_0 = 0.$

$\nu RT \cdot 2\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\nu RT - 2T\nu R + \frac{3}{2}\nu RT_0.$

$2\nu R\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}\nu RT - 2\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0$

$2\nu R\frac{T^2}{T_0} - \frac{7}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0.$

$2\nu RT_0 - \frac{7}{2}\nu RT_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0 = 0.$

$x_B = \frac{\frac{7}{2}\nu R}{\frac{4\nu R}{T_0}} = \frac{7}{8}T_0.$

$y_B = 2\nu R\frac{\frac{49}{64}T_0^2}{T} - \frac{7}{2}\nu R\frac{7}{8}T_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0$

$\frac{49}{32} - \frac{49}{16} + \frac{3}{2}.$

$-\frac{49}{32} + \frac{3}{2}$ $\quad \frac{16 \cdot 3 - 49}{32} = -\frac{1}{32}$

~~Чистовик~~ Черновик Лист 5

Дано:

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

$H$

Найти:

$v_3$ - ?

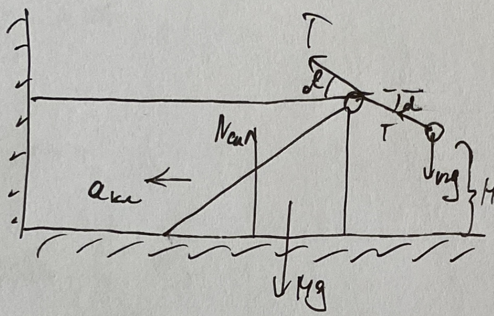
$a_{кл}$ - ?

$\frac{m}{M}$ - ?

$T$ - ?

Решение:

- Угол $\alpha$ не мен => не изм направ. силы $T$, дей на клин => $Ma_{кл} = T\cos\alpha$.




21202571 (U323019 M1270088)

# Часть 2

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

Шифр: **21202571**

ID профиля: **323019**

Вариант 1

Чистовик    Лист 1    Вар 11-01.

№3.

Дано:

$C_2 = C$

$C_1 = 2C$

$E$, $R$

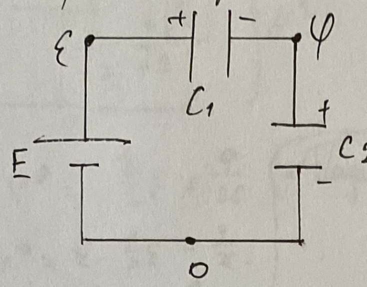
1) $I(0)$ - ?

2) $Q$ - ?

$I_0$; 3) $I_R$ - ?

Решение:

0) Уст реж:




} МУП.

Х изолированного обл:

$0 = -C_1(\varepsilon - \varphi) + C_2\varphi$.

$2C(\varepsilon - \varphi) = C\varphi$.

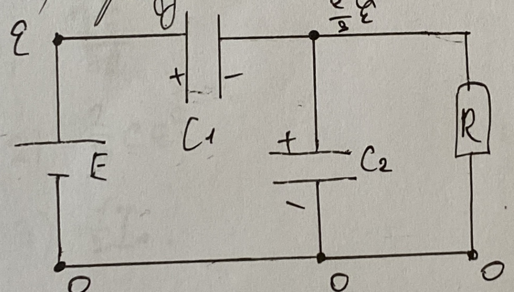
$2\varepsilon - 2\varphi = \varphi$

$\varphi = \frac{2}{3}\varepsilon$.

Тогда $U_{C_1}(0) = \varepsilon - \varphi = \frac{1}{3}\varepsilon$

$U_{C_2}(0) = \varphi - 0 = \frac{2}{3}\varepsilon$. | - скачком не изм

1) Сразу после зам кл.



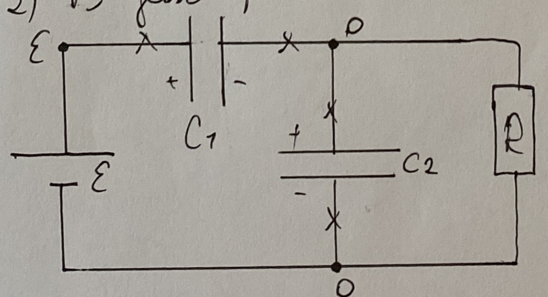

} МУП

Т.к. напряж. скачком не изм =>

$\Rightarrow I(0) = \frac{\frac{2}{3}\varepsilon - 0}{R}$

$I(0) = \frac{2\varepsilon}{3R}$.

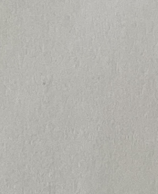
2) В уст реж:




В уст реж тока в цепи нет, значит $U_{C_2}(t_y) = 0$

$U_{C_1}(t_y) = \varepsilon$

3) Переходный процесс: $A_Б = Q + \Delta W_C$




Было $+2C\frac{1}{3}\varepsilon$

стало $+2C\varepsilon$ | $\Rightarrow q^* = (2 - \frac{2}{3})C\varepsilon = \frac{4}{3}C\varepsilon$.

$A_Б > 0$   $A_Б = q^*\varepsilon = \frac{4}{3}C\varepsilon^2$

- $W(0) = \frac{2C}{2}\left(\frac{1}{3}\varepsilon\right)^2 + \frac{C}{2}\left(\frac{2}{3}\varepsilon\right)^2 = \frac{C\varepsilon^2}{9} + \frac{2C\varepsilon^2}{9} = \frac{1}{3}C\varepsilon^2$.

$W(t_y) = \frac{2C}{2}(\varepsilon)^2 = C\varepsilon^2$.  $\Rightarrow \Delta W = \frac{2}{3}C\varepsilon^2$.

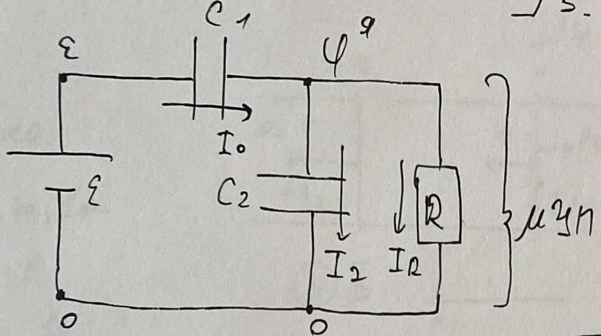
- $Q = A_Б - \Delta W_C$

$Q = \frac{4}{3}C\varepsilon^2 - \frac{2}{3}C\varepsilon^2$.

$Q = \frac{2}{3}C\varepsilon^2$.

Чистовик                Лист 2                Вар 11-01

№3. (продолжение).




• $I_0 = 2C\cdot u_{c_1}'$.

$I_0 = 2C\frac{\Delta u_{c_1}}{\Delta t}$.

$I_0\Delta t = 2C\left(u_{c_1} - \frac{1}{3}\varepsilon\right)$.

$\frac{q}{2C} = u_{c_1} - \frac{1}{3}\varepsilon$.

$u_{c_1} = \frac{1}{3}\varepsilon + \frac{q}{2C}$. =>

=> $u_{c_1} = \varepsilon - \varphi^q = \frac{1}{3}\varepsilon + \frac{q}{2C}$.

$\varphi^q = \varepsilon - \frac{1}{3}\varepsilon - \frac{q}{2C}$.

$\varphi^q = \frac{2}{3}\varepsilon - \frac{q}{2C}$.

• Тогда: $u_{c_2} = \varphi^q = \frac{2}{3}\varepsilon - \frac{q}{2C}$ => $I_2 = -C\frac{\Delta u_{c_2}}{\Delta t}$

$I_2\Delta t = -C\left(u_{c_2} - \frac{2}{3}\varepsilon\right)$

$\frac{q_2}{C} = -\left(u_{c_2} - \frac{2}{3}\varepsilon\right) = -\left(\frac{2}{3}\varepsilon - \frac{q}{2C} - \frac{2}{3}\varepsilon\right)$

$\frac{q_2}{C} = \frac{q}{2C}$ =>

=> $q_2 = \frac{q}{2}$ => $I_2 = \frac{I_0}{2}$

Значит $I_R = I_0 - I_2 = \frac{I_0}{2}$.

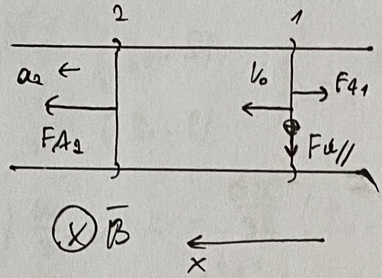
Ответ: 1) $\frac{2\varepsilon}{3R}$.

2) $\frac{2}{3}C\varepsilon^2$.

3) $\frac{1}{2}I_0$.

Чистовик        Лист 3        Вар 11-01

№4.




**Дано:**

$L, m, 2m.$

$R, 2R.$

$V_0, B.$

1) $a_2 - ?$

2) $u_1 - ?$

$u_2 - ?$

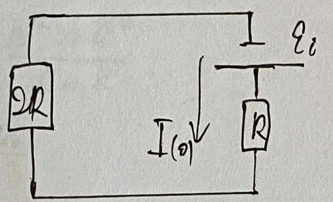
3) $S - ?$

В нач. $S_0$

**Решение:**

• ~~[illegible]~~ Вследствие движения перемычки в МП, из-за действия продольной составляющей силы Лоренца в ней возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_i = Bvl$

• Экв. эл. цепь в начальный момент:




$$I(0) = \frac{\mathcal{E}_i}{3R} = \frac{Bv_0 l}{3R}.$$

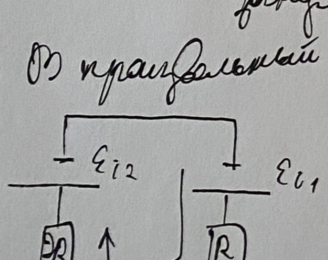
• На вторую перемычку начинает дей. сила Ампера, которая придает ей начальное ускорение.

$$F_{A2} = 2m a_2$$

$$a_2 = \frac{F_{A2}}{2m} = \frac{BIl}{2m} = \frac{B\frac{Bv_0 l}{3R} l}{2m} = \frac{B^2 v_0 l^2}{6mR}.$$

• Вторая перемычка также начинает двигаться и в ней тоже возникает ЭДС инд под дей продольной силы Лоренца, в некоторый момент $\mathcal{E}_{i1}$ и $\mathcal{E}_{i2}$ (ЭДС первой и второй соотв.) сравняются, ток в цепи прекратится, силы Ампера, а, следовательно, и ускорения занулятся. $\Rightarrow Bu_1 l = Bu_2 l \Rightarrow u_1 = u_2 = u$

• В произвольный момент цепь:




$$I = \frac{\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2}}{3R}$$

Тогда для первой перемычки:

$$m a_{1x} = -Bl \frac{\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2}}{3R} \Rightarrow m\frac{\Delta V_{1x}}{\Delta t} = -Bl \frac{Bl\frac{\Delta x_1}{\Delta t} - Bl\frac{\Delta x_2}{\Delta t}}{3R}$$

для второй:

$$2m a_{2x} = Bl \frac{\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2}}{3R} \Rightarrow 2m\frac{\Delta V_{2x}}{\Delta t} = Bl \frac{Bl\frac{\Delta x_1}{\Delta t} - Bl\frac{\Delta x_2}{\Delta t}}{3R}$$

Чистовик Лист 4 Вар 11-01.

№4 (продолжение).

$$\begin{cases} m(u-V_0) = -\frac{B^2l^2}{3R}(S_0-S) \\ 2m(u-0) = \frac{B^2l^2}{3R}(S_0-S) \end{cases} \Rightarrow$$ разделим: $\frac{u-V_0}{-2u}=1.$

$u-V_0=-2u$

$3u=V_0 \rightarrow u=\frac{V_0}{3}.$

Тогда $m\left(\frac{V_0}{3}-V_0\right) = -\frac{B^2l^2}{3R}(S_0-S)$

$$\frac{2}{3}mV_0 = \frac{B^2l^2}{3R}(S_0-S)$$

$$S=S_0-\frac{2mV_0R}{B^2l^2}$$

Ответ: 1) $a_2=\frac{B^2V_0l^2}{6mR}.$

2) $u=\frac{V_0}{3}.$

3) $S=S_0-\frac{2mV_0R}{B^2l^2}.$

Чистовик                Лист 5                Вар 11-01

П5.

Дано:

$F = 9$ см

$H = 9$ см

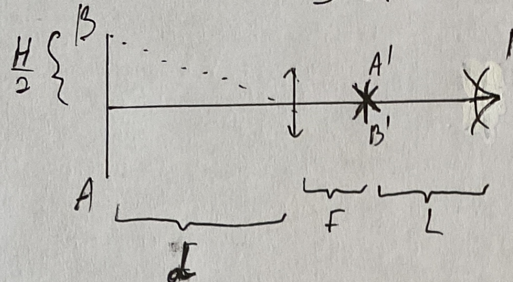
$d = 36$ см.

$L = 24$ см.

$x - ?$

$D_м - ?$

$y - ?$



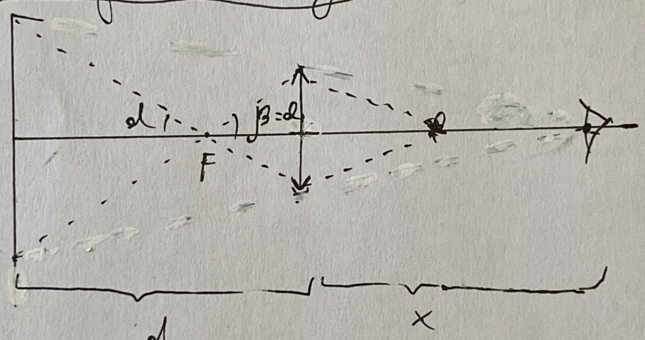

Решение:

• $d = 36$ см $> F \Rightarrow$ И – дей, перев.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \rightarrow f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{36 \cdot 9}{27} = 12 \text{ см}$$

Получается $x = f + L = 24 + 12 = 36$ см.

• Если $D_м \geq D_{\text{„спектра"}}$, наблюдатель увидит полную картину, иначе, части картины, выходящие за рамки будут не видны наблюд.




От И будто исходят лучи => они ∩ в т F.,

тогда получается, что $\frac{\frac{H}{2}}{d - F} = \frac{\frac{D_м}{2}}{F} \Rightarrow D_м = \frac{9}{27} H = \frac{1}{3} H = 3$ см

Ответ: 1) $x = 36$ см

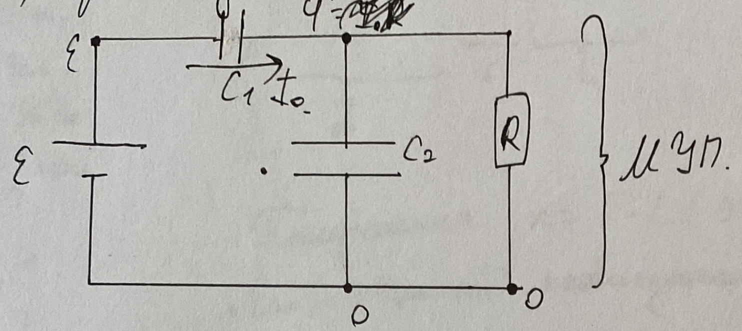
2) $D_м = 3$ см.

21202571 (U323019 M1270089)

~~Чистовик~~ Черновик    Лист 1    ~~[illegible]~~

~~3. (продолжение).~~

4) Промежуточный момент:




Из МУП следует, что

$\varphi = I_0 R$, значит

$u_{c1}(t) = \varepsilon - I_0 R$.

$u_{c2}(t) = I_0 R$.

~~[illegible]~~

$u_c' = \frac{I_c}{2C}$.

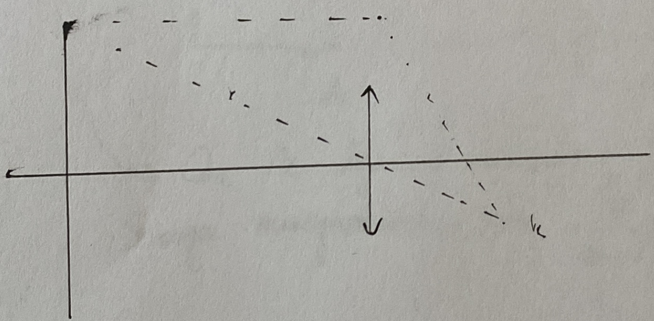
$u_L = I' L$

$I_c = u_c' 2C$.

$q = uC$

$I \Delta t = uC$.

$I = u' C$.



$$\frac{\frac{M}{2}}{27} = \frac{\frac{D_м}{2}}{9}.$$

$D = \frac{9}{27}$ м.