Часть 1

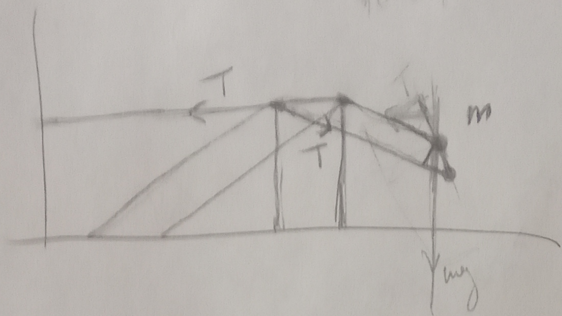
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

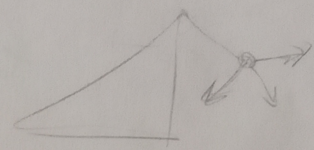
Шифр: **21201063**

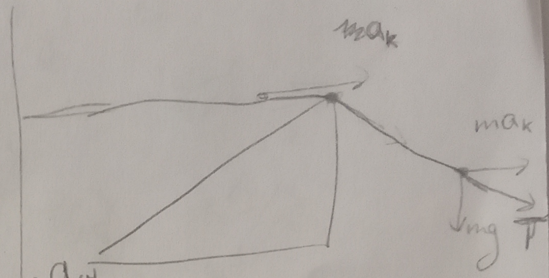
ID профиля: **303816**

Вариант 2

черновик







$\cos\alpha \cdot \cos\beta$

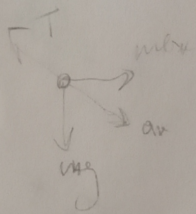
$\ldots(\alpha+\beta)$

$$\frac{T - T\cos\alpha}{M} = a_k$$

$$mg\cos\gamma - T\sin(\alpha+\gamma) = ma_w$$

$$mg\sin\gamma = T\cos(\alpha+\gamma)$$

$$mg\cos\gamma - mg\sin\gamma\, tg(\alpha+\gamma) = ma_w$$

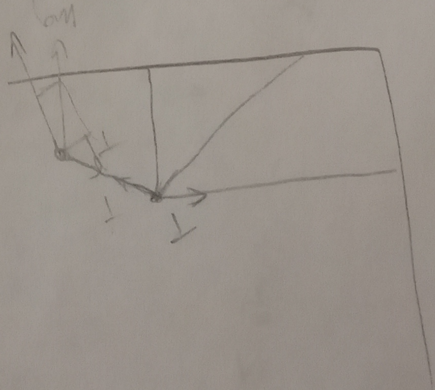


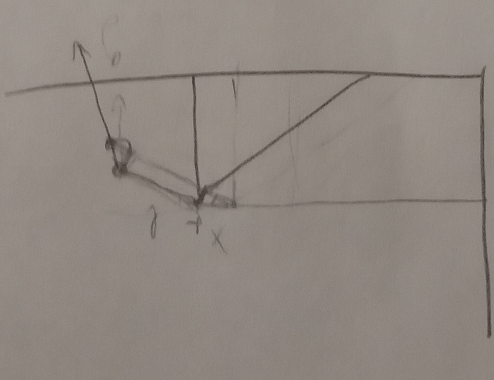
$$\gamma = arctg\left(\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}\right) - \alpha$$

$$\beta = \alpha + \gamma$$

$$tg\beta = \frac{x\sin\alpha}{x(1-\cos\alpha)}$$

$$x + \ell - \ell - x\cos\alpha$$

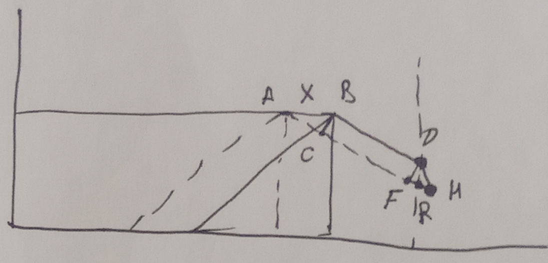




В-11-02 №1 Чистовик Физика 11 класс

Задача 1

1) Уск. направлено по скорости и по перемещению (т.к. движение только начинается)



$\Rightarrow AH = AB + BD$

$\triangle ABC \sim \triangle DFF \Rightarrow \angle BAC = \angle FDR = \alpha$

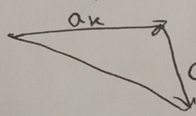
$\angle RDH = \varphi$ – найти?

$\vec{a}_w \uparrow\uparrow \vec{DH} \Rightarrow DF = BC = x\sin\alpha$

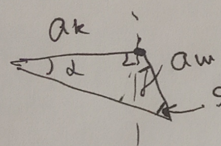
$FR = x + l - x\cos\alpha - l = x(1-\cos\alpha)$

$\Rightarrow tg(\alpha+\varphi) = \dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} \Rightarrow \boxed{\varphi = arctg\left(\dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}\right) - \alpha}$

2) Из кин. связи следует, что $\vec{a}_w + \vec{a}_k \uparrow\uparrow \vec{AH}$ (т.к. AH всегда с $\alpha = const$

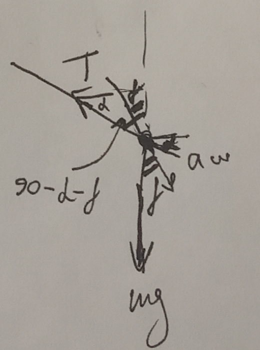


$\Rightarrow$



$90 - \alpha - \varphi \Rightarrow \dfrac{a_k}{\cos(\alpha+\varphi)} = \dfrac{a_w}{\sin\alpha}$

$\Rightarrow \boxed{a_k = a_w \dfrac{\cos(\alpha+\varphi)}{\sin\alpha}}$ но:



$\Rightarrow$
$$\begin{cases} T\sin(90-\alpha-\varphi) = mg\sin\varphi \\ mg\cos\varphi - T\cos(90-\alpha-\varphi) = ma_w \end{cases}$$

$\Rightarrow T = mg\dfrac{\sin\varphi}{\cos(\alpha+\varphi)}$

$\Rightarrow mg\cos\varphi - mg\dfrac{\sin\varphi}{\cos(\alpha+\varphi)}\sin(\alpha+\varphi) = ma_w$

$\Rightarrow a_w = g(\cos\varphi - \sin\varphi\, tg(\alpha+\varphi))$

$\Rightarrow a_k = g \cdot \dfrac{1}{\sin\alpha}\left(\cos\varphi\cos(\alpha+\varphi) - \sin\varphi\sin(\alpha+\varphi)\right) = g \cdot \dfrac{\cos(\alpha+2\varphi)}{\sin\alpha}$

$$\boxed{a_k = g\dfrac{\cos(\alpha+2\varphi)}{\sin\alpha}}$$

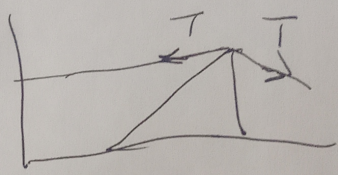
лист 1

21201063 (U303816 M1269370)

Задача 1. Продолжение

3) $\Rightarrow Ma_к = T(1-\cos\alpha)$

$T = mg\dfrac{\sin\beta}{\cos(\alpha+\beta)}$ (из п.2)



$\Rightarrow$

$$Mg\frac{\cos(\alpha+2\beta)}{\sin\alpha} = mg\frac{\sin\beta}{\cos(\alpha+\beta)}(1-\cos\alpha)$$

$$\boxed{\frac{m}{M} = \frac{\cos(\alpha+2\beta)\cdot\cos(\alpha+\beta)}{\sin\alpha\cdot\sin\beta\cdot(1-\cos\alpha)}}$$

4) $H = \dfrac{a_m\cos(\beta)\cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2H}{a_m\cos\beta}} = \sqrt{\dfrac{2H}{g(\cos\beta-\sin\beta\,tg(\alpha+\beta))\cos\beta}}$

$$\boxed{t = \sqrt{\frac{2H}{g(\cos\beta-\sin\beta\,tg(\alpha+\beta))\cos\beta}}}$$

Ответ:

1) $\beta = arctg\left(\dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}\right)-\alpha$

2) $a_к = g\dfrac{\cos(\alpha+2\beta)}{\sin\alpha}$; $\vec{a}_к \perp \vec{g}$

3) $\dfrac{m}{M} = \dfrac{\cos(\alpha+2\beta)\cos(\alpha+\beta)}{\sin\alpha\cdot\sin\beta\cdot(1-\cos\alpha)}$

4) $t = \sqrt{\dfrac{2H}{g(\cos\beta-\sin\beta\,tg(\alpha+\beta))\cos\beta}}$

Задача 2

ν, T_0, R

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

$|Q_{T_0 \to \frac{T_0}{2}}| = ?$

$T_{A\min} = ?$

$A_{\min} = ?$

$$Q = \int_{T_н}^{T_к} \nu C\, dT = \nu \cdot \frac{5}{2} R \frac{1}{T_0} \cdot \frac{1}{2} T^2 \Big|_{T_н}^{T_к} = \nu \frac{5}{4} R \frac{1}{T_0} \left(\left(\frac{T_0}{2}\right)^2 - T_0^2 \right) =$$

$$= \nu \frac{5}{4} R \frac{1}{T_0} \frac{3}{4} T_0^2 \cdot (-1) = -\frac{15}{16} \nu R T_0$$

$$|Q_{T_0 \to \frac{T_0}{2}}| = \frac{15}{16} \nu R T_0$$

$T_{A\min}$: $\Delta Q = \Delta U + \partial A \Rightarrow \partial Q = dU + \partial A$

$$\Rightarrow \nu \frac{5}{2} R \frac{1}{T_0} \cdot \frac{1}{2} \left(T_к^2 - T_н^2\right) = \frac{5}{2} \nu R \left(T_к - T_н\right) + A$$

$$A = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_к^2}{2T_0} - \frac{T_0^2}{2T_0} - T_к + T_0 \right) \Rightarrow A_{\min}: \ \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_к^2}{2T_0} - \frac{T_0^2}{2T_0} - T_к + T_0 \right)' = 0$$

$$(T_к)' \cdot \frac{2 T_к}{2 T_0} - 0 - (T_к)' + 0 = 0 \Rightarrow (T_к') \left(\frac{T_к}{T_0} - 1 \right) = 0 \Rightarrow \frac{T_к}{T_0} = 1 \quad (T_к' \neq 0) \ (T_к \neq const)$$

$T_к = T_0 \Rightarrow T_{A\min} = T_0$

$\Rightarrow A_{\min} = 0$ ← это минимум, т.к. $A_Q = \frac{5}{4} \nu R T_0 - \frac{15}{16} \nu R T_0 = \frac{5}{16} \nu R T_0$ не максимум. $A_Q > 0 \Rightarrow A_{\min} = 0$ есть минимум

Ответ:

1) $|Q_{T_0 \to \frac{T_0}{2}}| = \frac{15}{16} \nu R T_0$

2) $T_{A\min} = T_0$

3) $A_{\min} = 0$

черновик

$$\int_{T_0}^{T_k} \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}\, dT = \frac{5}{2}\frac{R}{T_0}\cdot\frac{1}{2}\left(T_k^2 - T_0^2\right)$$

$$\frac{5}{2} R \left(T_k - T_0\right)$$

$$A' = \frac{T_k^2}{2T_0} + \frac{T_0}{2} - T_k$$

$$A' = \frac{T_k^2}{2T_0} - \frac{T_0}{2} - T_k + T_0$$

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

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

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

$$\frac{2T_k}{2T_0} - 1 = 0$$

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

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

$$\int \nu C\, dT = \nu \frac{5}{2} R \left(T_k - T_0\right) + A$$

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

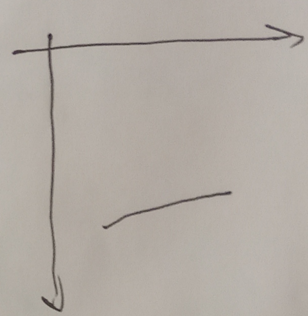
$$\nu\frac{5}{2}\frac{R}{T_0} T_k^2 - \nu\frac{5}{2} R T_0 - \nu\frac{5}{2} R T_k + \nu\frac{5}{2} R T_0 = A$$

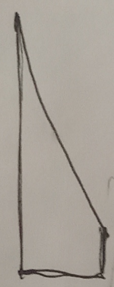
$$\delta Q = C\,dT$$

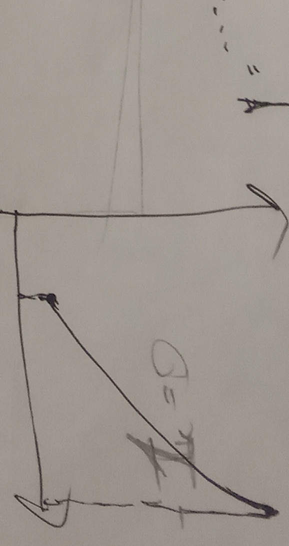
$$A + \frac{5}{2}\nu R\left(T_k - T_H\right) \leq \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\left(T_k^2 - T_0^2\right)$$

$$2\left(T_k - T_H\right) \geq \left(T_k - T_H\right)\left(\frac{T_k + T_H}{T_0}\right)$$

$$2 \leq \left(\frac{T_k + T_H}{T_0}\right)$$







$$A + \nu dU = Q = \delta Q$$

$$\frac{5}{2} R \Delta T$$

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

21201063 (U303816 M1269370)

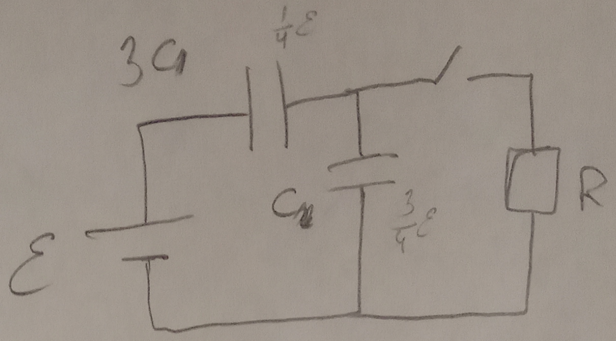
Часть 2

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

Шифр: **21201063**

ID профиля: **303816**

Вариант 2



$3C\left(\mathcal{E}-\frac{1}{4}\mathcal{E}\right)=q$

$\boxed{\frac{3\mathcal{E}}{4R}} \neq I_{R0}$

$A_{ист} = W_{C_2} - W_{C_1} + Q$

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

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

12

$$\frac{12-3}{4}C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2\left(\frac{16\cdot 3}{32} - \frac{12}{32}\right) + Q$$

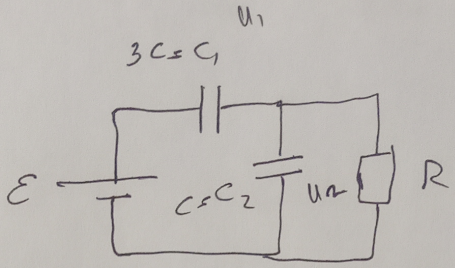
$$\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2\left(\frac{48-12}{32}\right) + Q \Leftrightarrow \frac{9}{4}C\mathcal{E}^2 = \left(\frac{36}{32}\right)C\mathcal{E}^2 + Q$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 = Q_R}$$

В-11-02 л2 Чистовик Физика 11 класс

Задача 3

$C_1=3C;\ C_2=C$



1) на конд. напр. мгновенно не меняется (иначе $I_q=\infty$)

$\Rightarrow$ $U_{0R}=U_{0C_2}$ $\Rightarrow$ ЗСЗ: $U_1C_1=U_2C_2 \to U_1=\frac{1}{4}\mathcal{E};\ U_2=\frac{3}{4}\mathcal{E}$

$U_1+U_2=\mathcal{E}$

$\Rightarrow$ $U_{0C_2}=\frac{3}{4}\mathcal{E}$ $\Rightarrow$ $\boxed{I_{0R}=\frac{3\mathcal{E}}{4R}}$

2) $A_{ист}=W_{C_2}-W_{C_1}+Q_R$; (в кон. сост. на C_2 $U=0$ т.к. C_2 закорочен) $\Rightarrow$ $U_{C_1}=\mathcal{E}$

$\Rightarrow$ $q=3C\mathcal{E}-3C\frac{1}{4}\mathcal{E}=\frac{9}{4}\mathcal{E}C$

$\Rightarrow$ $A_{ист}=\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2$; $W_{C_1}=\frac{3C\cdot\frac{1}{16}\mathcal{E}^2}{2}+\frac{C\cdot\frac{9}{16}\mathcal{E}^2}{2}=\frac{12C\mathcal{E}^2}{32}$

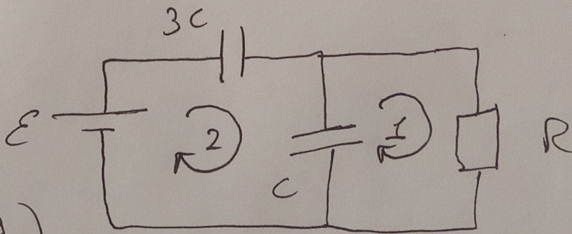
$W_{C_2}=\frac{3C\mathcal{E}^2}{2}$

$\Rightarrow$ $A_{ист}=W_{C_2}-W_{C_1}+Q_R$ $\Rightarrow$ $\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2=\frac{3\cdot16\,C\mathcal{E}^2}{32}-\frac{12C\mathcal{E}^2}{32}+Q_R$

$\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2=\frac{36}{32}C\mathcal{E}^2+Q_R \to Q_R=\frac{9}{4}C\mathcal{E}^2-\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2=\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$

$\Rightarrow$ $\boxed{Q_R=\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2}$

3)



① $+\frac{q_2}{C}+(\dot q_2+\dot q_1)R=0$ (1)

② $\mathcal{E}=\frac{q_1}{3C}-\frac{q_2}{C}$ (2) (с C_2 заряд утекает $\Rightarrow$ −)

$(\dot{2}) \to \frac{\dot q_1}{3}-\dot q_2=0$ $\quad \dot q_2=I_0 \Rightarrow \dot q_1=+3I_0$

$U_R=|(\dot q_2+\dot q_1)R|=(I_0+3I_0)R=\boxed{4I_0R=U_R}$

Ответ: 1) $I_{0R}=\frac{3\mathcal{E}}{4R}$ 2) $Q_R=\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$ 3) $U_R=4I_0R$

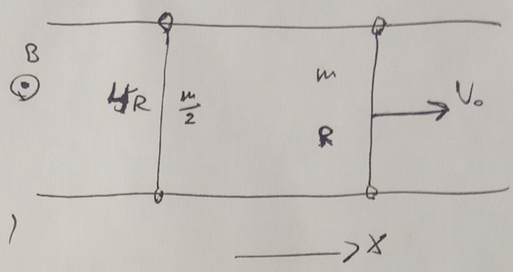
1

21201063 (U303816 M1269371)

В-11-02 №2 Чистовик Физика 11 класс

Задача 4

1) $\mathcal{E}_0 = BLV_0$ (из дал. $qvB = \frac{\mathcal{E}}{L}\cdot q$)



$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{5R}$

$F_0 = LBI_0$ $\quad a_0 = \frac{F_0}{(\frac{m}{2})}$

$\Rightarrow a_0 = \frac{2LB\cdot BLV_0}{m\cdot 5R} = \boxed{\frac{2L^2B^2V_0}{5mR} = a_0}$

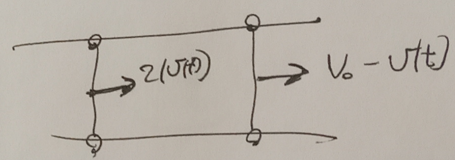
2) Энергия ц.м. неизменна $\Rightarrow$ Ox: $\frac{mV_0 + \frac{m}{2}\cdot 0}{\frac{3m}{2}} = \frac{2}{3}V_0$

(перемычки взаимод. между собой посредством эл-магн. поля. Также выдел. тепло)

(остальная энергия: $\frac{mV_0^2}{2} - \frac{m}{2}\cdot\frac{2}{3}V_0^2 = \frac{1}{3}\frac{mV_0^2}{2}$ пошла на выдел. током тепла)

$u_{кон.} = \frac{2}{3}V_0$ (причём они двигаются вместе, одинаково, иначе будут ускор. и $\Rightarrow V \neq const$)

3)



$\Rightarrow \mathcal{E} = BL(V_0 - 3v)$

$F = \frac{B^2L^2}{5R}(V_0 - 3v)$

$\frac{\cancel{2}\,dv(t)}{dt} = \frac{\cancel{2}\,B^2L^2(V_0 - 3v(t))}{5mR} \Rightarrow \frac{B^2L^2}{5mR} = k \Rightarrow \frac{dv}{dt} = k(V_0 - 3v)$

$\Rightarrow \frac{d(V_0 - 3v)}{V_0 - 3v} = -3k\,dt \Rightarrow V_0 - 3v = (V_0 - 3v_н)\cdot A\cdot e^{-3kt}$

$t = 0$ $\quad v = 0$ $\quad v_н = 0$ $\Rightarrow V_0 = V_0\cdot A\cdot e^0 \Rightarrow A = 1$

$\Rightarrow V_0 - 3v = V_0 e^{-3kt}$

$\Delta S = \int_0^\infty v_{отн}\,dt = \int_0^\infty (V_0 - 3v(t))\,dt = \int_0^\infty V_0 e^{-3kt} = \frac{V_0}{-3k}(e^{-\infty} - e^0) = \frac{V_0}{3k}$

$\Rightarrow \Delta S = \frac{V_0}{3B^2L^2}\cdot 5mR = \frac{5mRV_0}{3B^2L^2}$

Ответ: 1) $a_{02} = \frac{2L^2B^2V_0}{5mR}$ 2) $u_{к2} = u_{к1} = \frac{2}{3}V_0$ 3) $\Delta S = \frac{5mRV_0}{3B^2L^2}$

2

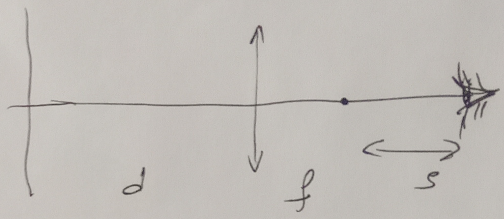
В-11-02 22 Чистовик Физика 11 класс

Задача 5

1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}12} - \frac{1}{0{,}124} = \frac{1}{0{,}16}$

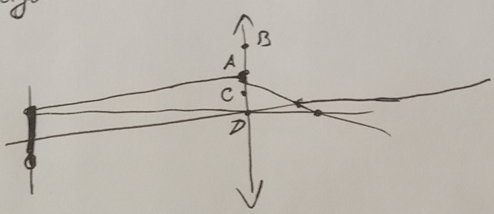
$f = 16$ см ; $S = 24$ см (смотрим на изобр. с 24 см.)

$\Rightarrow x = (16+24)$ см $= \boxed{40 \text{ см} = x}$



2) $D_м = D_{ц б} = H = 9$ см (т.к. в противном случае изображение ц-б. будет размыто:

Если $R_{л} = CD$, то лучи от CA не придут в изобр., и оно будет размыто



$\Rightarrow R_{л min} = DA$

$\Rightarrow D_{л min} = H$

$\Rightarrow \boxed{D_м = H = 9 \text{ см}}$

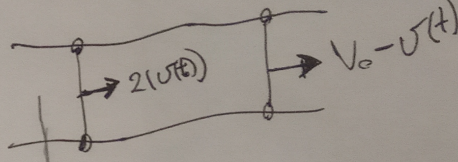
3) Экран надо поместить в гл. фокусе линзы, т.к. ч/з него будут проходить лучи от каждой точки циферблата

$\Rightarrow$ на расст. 12 см. от линзы между линзой и изобр.

Ответ: 1) 40 см; 2) 9 см; 3) 12 см между линзой и изображением.

3

21201063 (U303816 M1269371)



$$\frac{B^2L^2(V_0-3v(t))}{5R\cdot m} = \frac{d\,2(v(t))}{dt}$$

$$V = A\cdot e^{\frac{2B^2L^2}{5mR}t}$$

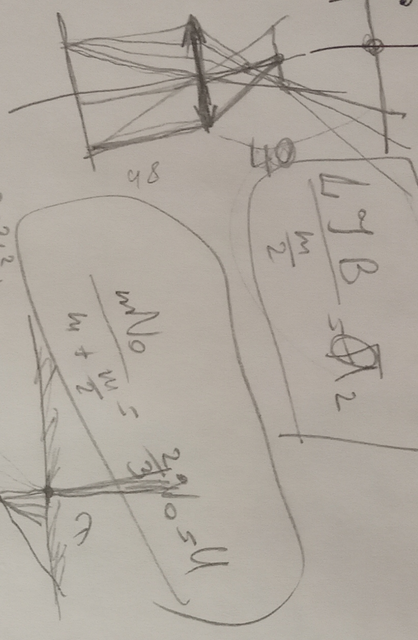
$$\cancel{v = v_0 e^{-\frac{L^2B^2}{5mR}t}}$$

$$\frac{B^2L^2}{5Rm} = k$$

$$\frac{LBLBv}{5Rm} = a = \frac{dv}{dt}$$

$$V = Ce$$

$$\int_0^\infty -a(t)\,dt = -\frac{1}{3}V_0$$



$$\frac{mV_0}{m+\frac{m}{2}} = \frac{2}{3}V_0 = u$$

$$\frac{LIB}{\frac{m}{2}} = a_2$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{5R} = \frac{\ell V B}{5R}$$

$$\frac{2\cdot B^2L^2V}{5mR} = \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{2B^2L^2t}{5mR} + C = \ln V$$

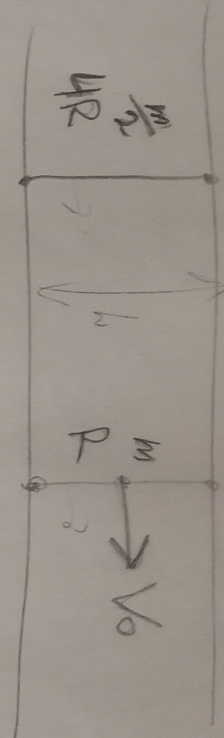
$$\frac{2LB^2V}{5Rm} = \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{2L^2B^2t}{5Rm}$$

$$\int_0^\infty (V_0 - 3V(t))\,dt$$

$$2V(t)$$

$$V_0 - V(t)$$



$$k\,dt = \frac{dv}{V_0-3v}$$

$$-3k\,dt = \frac{d(V_0-3v)}{V_0-3v}$$

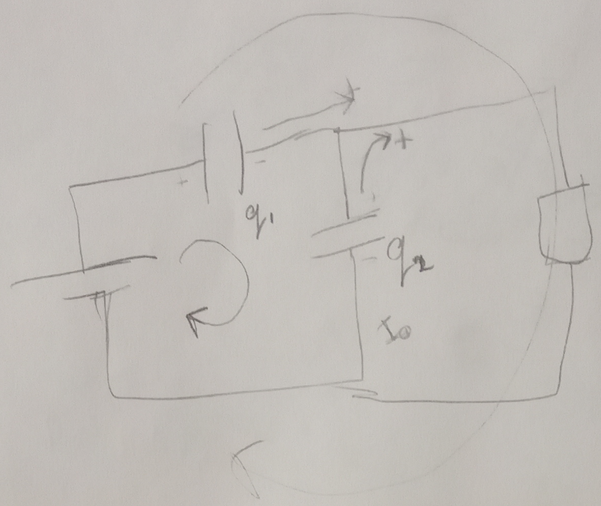
$$V_0 - 3v_k = (V_0 + \cancel{3v_0})\cdot A\cdot e^{-3kt}$$

$$V_0\left(1-\underset{=1}{A}e^{-3kt}\right) = 3v_k$$

$$v(t) = \frac{V_0}{3}\left(1-e^{-3kt}\right)$$

$$\int_0^\infty (V_0 - 3v(t))\,dt = \int_0^\infty V_0 e^{-3kt}\,dt = \frac{V_0}{-3k}\left(e^{-3k\infty} - e^{-3k\cdot 0}\right)$$

21201063 (U303816 M1269371)

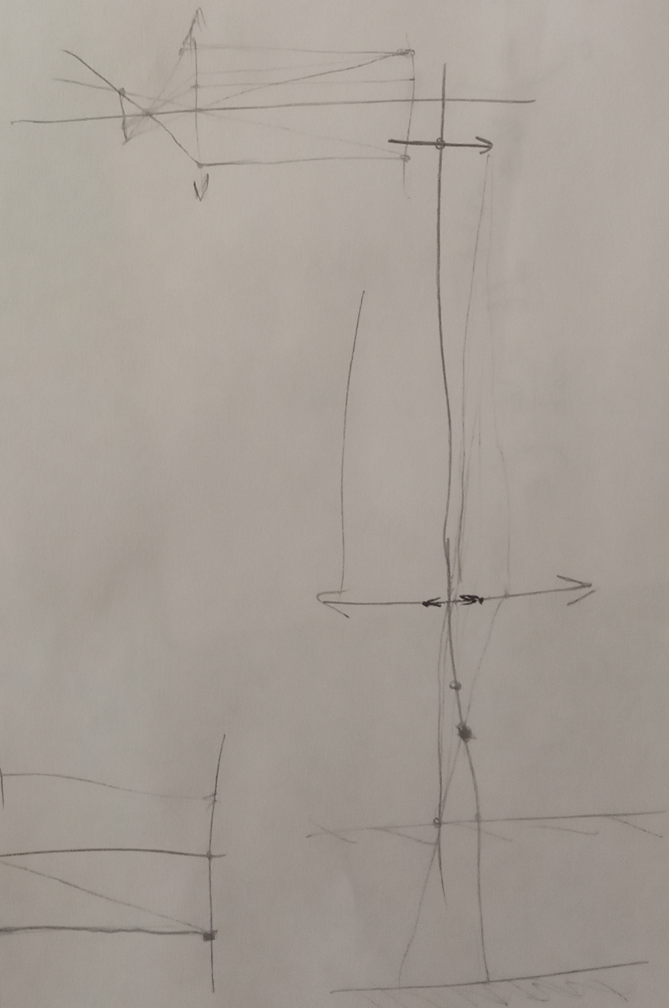


$$\varepsilon = \frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C}$$

$$\varepsilon = \frac{q_1}{3C} + (\dot{q}_1 + \dot{q}_2)R$$

$$\frac{q_2}{C} + (\dot{q}_1 + \dot{q}_2)R = 0$$

$\boxed{16\ \mathrm{cm}}$

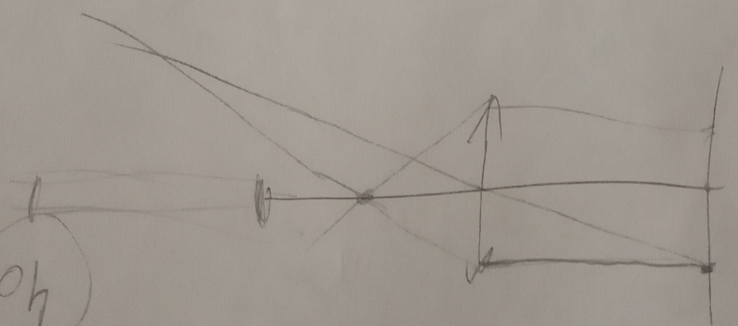


$$\frac{1}{x} = \frac{1}{0{,}12} - \frac{1}{4} - \frac{1}{0{,}12}$$

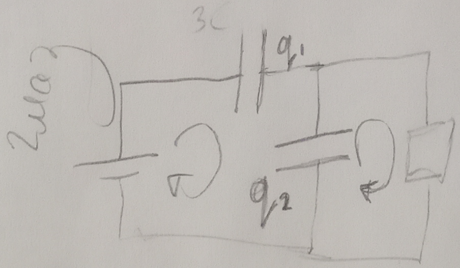
$$\frac{1}{x} + \frac{1}{0{,}48} = \frac{1}{0{,}12}$$

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

40



21201063 (U303816 M1269371)



$$\frac{q}{C} = yR$$

$$\dot{q} = I_2$$

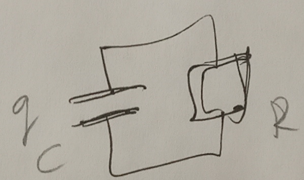
$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C}$$

$$\frac{\dot{q}_1}{3C} + \frac{\dot{q}_2}{C} = 0 \Rightarrow$$

$$y = I_1 + I_2$$

$$(I_1 + I_2)$$

$$\frac{q_2}{C} = (\dot{q}_2 + \dot{q}_1)R$$



$$mv_0 = \frac{3m}{2}u$$

$$\frac{q}{C} = -\dot{q}R \qquad -\frac{t}{CR} = \ln q$$

$$q = q_0 \cdot e^{-\frac{t}{CR}} \qquad q_0 = \frac{3}{4}\mathcal{E}\cdot C = \frac{3C\mathcal{E}}{4}$$

$$I_0 = -\frac{q_0}{CR} e^{-\frac{t}{CR}}$$

$$I_0 R$$

$$\frac{q}{C} = \frac{3C\mathcal{E}}{4} \cdot \frac{I_0 \cdot CR4}{3C\mathcal{E}} = e^{\frac{t}{CR}}$$

C