Часть 1

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

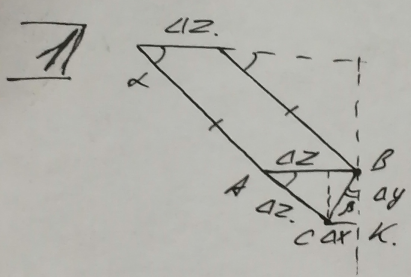
Шифр: **21200700**

ID профиля: **326660**

Вариант 4

Чистовик

$\boxed{1}$



При движении нитка остаётся параллельна начальному положению. При этом длина участка блок-шар увеличивается. Рассмотрим некоторое смещение клина Δz. Тогда длина участка тоже возросла на Δz. Шар в то же время сдвинулся на Δx влево и Δy вниз.

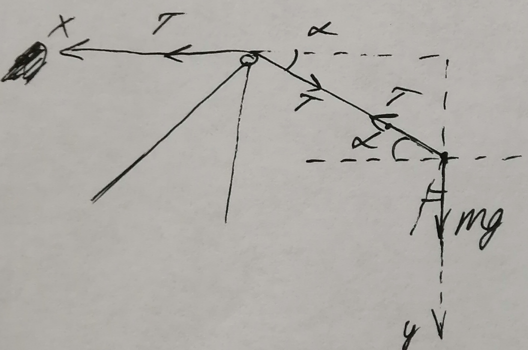
ΔABC - равнобедр., значит $\angle ABC = \angle ACB = \frac{\pi-\alpha}{2}$

$\angle ABK = \frac{\pi}{2}$; $\sin\angle ABC = \sin\frac{\pi-\alpha}{2} = \cos\frac{\alpha}{2} =$

$= \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \frac{5}{\sqrt{34}}$. $\cos\angle CBK = \sin\angle ABC = \frac{5}{\sqrt{34}} = \cos\beta$

Из $\sin^2\gamma + \cos^2\gamma = 1$ получим: $\cos\alpha = \frac{8}{17}$; $\sin\alpha = \frac{15}{17}$; $tg\alpha = \frac{15}{8}$

$\cos\beta = \frac{5}{\sqrt{34}}$; $\sin\beta = \frac{3}{\sqrt{34}}$; $tg\beta = \frac{3}{5}$.



Для клина: (масса M)

а) $M a_0 = T - T\cos\alpha$ (в проекции на горизонтальную Ox.)

Шара: (масса m)

б) $m a_y = mg - T\sin\alpha$ (на Ox)

в) $m a_x = T\cos\alpha$ (на Oy)

Из первого рисунка: $\Delta x = \Delta z(1-\cos\alpha)$

г) $\Delta x = \frac{9}{17}\Delta z \Rightarrow a_x = \frac{9}{17}a_0$.

$\frac{a_y - g}{a_x} = -tg\alpha$ (из б, в). $\frac{a_y}{a_x} = \frac{1}{tg\beta} = \frac{5}{3}$.

$\frac{5}{3} - \frac{g}{a_x} = -\frac{15}{8}$; $\frac{g}{a_x} = \frac{85}{24}$; $a_x = \frac{24}{85}g$; $a_0 = \frac{17}{9}a_x = \frac{8}{15}g$.

$M a_0 = T(1-\cos\alpha) = \frac{m a_x}{\cos\alpha}(1-\cos\alpha) = m a_x\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right) = \frac{9}{8} m a_x$.

$M\frac{17}{9}a_x = \frac{9}{8} m a_x$

$\frac{m}{M} = \frac{136}{81}$.

Шар движется вниз равноускоренно: $\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} =$

$= \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{3}a_x}} = \frac{\sqrt{17}}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$.

Ответ: $tg\beta = \frac{3}{5}$; $a_0 = \frac{8}{15}g$; $\frac{m}{M} = \frac{136}{81}$; $\tau = \frac{\sqrt{17}}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$

$\boxed{1}$

Чистовик

$\boxed{2}$ $\delta Q = dU + \delta A$.

$\delta Q = \nu C\, dT$; $\delta Q = \nu R \frac{9}{5} \frac{T}{T_0} dT$

Интегрируем: $Q_1 = \frac{9}{10} \nu R \frac{T^2}{T_0} \Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} = \frac{9}{10} \nu R T_0 \left(\frac{9}{16} - 1\right) =$

$= -\nu R T_0 \frac{9}{10} \frac{7}{16} = -\frac{63}{160} \nu R T_0$

$Q_1 = -Q = \frac{63}{160} \nu R T_0$.

$\delta A = \delta Q - dU = \nu C\, dT - \frac{3}{2} \nu R\, dT =$

$= \nu R \left(\frac{9}{5} \frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right) dT$.

В минимуме производная $\frac{\delta A}{dT} = 0$ и меняет знак

$\frac{\delta A}{dT} = \nu R \left(\frac{9}{5} \frac{T_x}{T_0} - \frac{3}{2}\right) = 0$; $\frac{9}{5} \frac{T_x}{T_0} = \frac{3}{2}$, $T_x = \frac{5}{6} T_0$

$\frac{\delta A}{dT}(T) = kT + b$, поэтому в T_x меняет знак

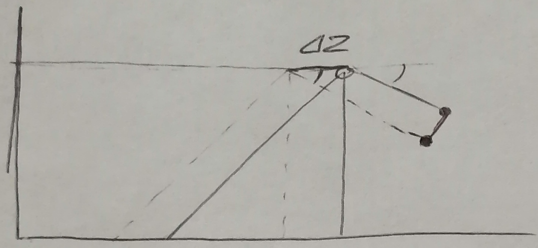
$A = \int_{T_0}^{T_x} \nu R \left(\frac{9}{5} \frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right) dT = \nu R \left(\frac{9}{10} \frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} T\right) \Big|_{T_0}^{T_x} =$

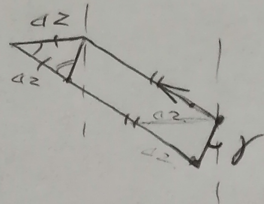
$= \nu R T_0 \left(\frac{9}{10}\left(\frac{25}{36} - 1\right) - \frac{3}{2}\left(\frac{5}{6} - 1\right)\right) = -\frac{\nu R T_0}{40}$

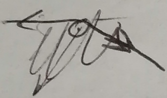
$A_{газа} = -A = \frac{\nu R T_0}{40}$.

Ответ: $Q_1 = \frac{63}{160} \nu R T_0$; $T_x = \frac{5}{6} T_0$; $A_{газа} = \frac{\nu R T_0}{40}$

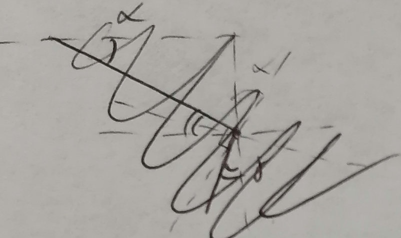
Черновик

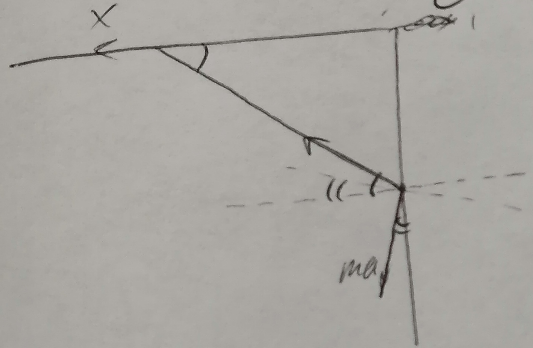






$$Ma = T - T\cos\alpha$$





$$\Delta Z(1-\cos\alpha) = \Delta X$$

$$\frac{9}{17} a = a_x$$

$$\cos\alpha = \frac{8}{17}\ ;\ \frac{15}{17} = \sin\alpha$$

$$\cancel{\cos\left(\frac{\pi-\alpha}{2}\right) = \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \frac{\pi}{2}\right) = \sin\frac{\alpha}{2}}$$

$$\sin\left(\frac{\pi-\alpha}{2}\right) = \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}}\ ;$$

$$\cos^2 60 = 0{,}25 \qquad \frac{1-0{,}5}{2} = 0{,}25$$

$$\sqrt{\frac{1+\frac{8}{17}}{2}} = \sqrt{\frac{25}{34}} = \frac{5}{\sqrt{34}}$$

$$\cancel{\ } = \frac{5}{\sqrt{34}}\ ,\ \cancel{\cos\gamma} = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

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

$$ma_x = T\cos\alpha$$

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

$$\cancel{tg}\ \frac{3}{5} = \frac{mg - T\frac{15}{17}}{T\frac{8}{17}}$$

$$\frac{24}{17}T = 5mg - \frac{75}{17}T$$

$$\frac{99}{17}T = 5mg$$

Черновик

$\nu C dT = p dV + \frac{3}{2}\nu R dT.$ $\qquad p = \frac{\nu R T}{V}.$

$\nu C dT = dA + \frac{3}{2}\nu R dT$ $\qquad dV = d\left(\frac{\nu R T}{p}\right) = \frac{\nu R}{p} dT + \nu R$

$dA = \nu(C - \frac{3}{2}R) dT. = \nu R(\frac{9}{5}\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}) dT.$

$\cancel{A = \nu R (\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} T) \Big|_{T_0}^{T_x}}$

$\frac{dA}{dT} = 0.$ $\quad \frac{9}{5}\frac{T_x}{T_0} = \frac{3}{2}$, $T_x = T_0 \frac{3}{2}\frac{5}{9} = \frac{15}{18} T_0 = \frac{5}{6} T_0.$

$A = \nu R (\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2} T) \Big|_{T_0}^{T_x} = \nu R (\frac{25}{36 \cdot 4} T_0 - \frac{3}{2} T_0) =$

$= \nu R T_0 (\frac{5}{8} - \frac{3}{2}) = -\nu R T_0 (\frac{12-5}{8}) = -\frac{7}{8}\nu R T_0$

$A_2 = -A.$

$Q = \Delta U + A$;

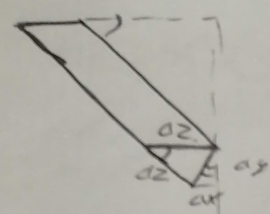
$\delta Q = \nu C dT = \frac{9}{5}\nu R \frac{T}{T_0} dT$

$\frac{9}{10}\left(\frac{25}{36} - 1\right) - \frac{3}{2}\left(\frac{5}{6} - 1\right) = -\frac{9}{10}\cdot\frac{11}{36} + \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{6} = -\frac{11}{40} + \frac{1}{4} = -\frac{1}{40}$

21200700 (U326660 M1268556)

Черновик

1)



$\sin\frac{\pi-\alpha}{2} = \cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \frac{5}{\sqrt{34}}$

$\cos\beta = \frac{5}{\sqrt{34}}, \ \sin\beta = \frac{3}{\sqrt{34}}, \ tg\beta = \frac{3}{5}$

$\cos\alpha = \frac{8}{17} \quad \sin\alpha = \frac{15}{17}, \ tg\alpha = \frac{15}{8}$

2) $Ma_0 = T - T\cos\alpha$

$ma_y = mg - T\sin\alpha$

$ma_x = T\cos\alpha$

$\Delta x = \Delta z(1-\cos\alpha) = \frac{9}{17}\Delta z \Rightarrow a_x = \frac{9}{17}a_0$

$\frac{a_y - g}{a_x} = -tg\alpha$; $\frac{a_y}{a_x} = \frac{5}{3}$.

$\frac{5}{3} - \frac{g}{a_x} = -\frac{15}{8}$; $\frac{g}{a_x} = \frac{5}{3} + \frac{15}{8} = \frac{85}{24}$.

$\cancel{a_x = \frac{24}{13}g}$

$\cancel{a_0 = \frac{17}{9}a_x = \frac{17}{9}\cdot\frac{24}{13} = \frac{17\cdot 8}{3\cdot 13} = \frac{136}{39}g}$

$a_x = \frac{24}{85}g$; $a_0 = \frac{17}{9}a_x = \frac{17}{9}\frac{24}{85} = \frac{17\cdot 8}{3\cdot 85} = \boxed{\frac{8}{15}g}$

$Ma_0 = T(1-\cos\alpha) = \frac{ma_x}{\cos\alpha}(1-\cos\alpha) = ma_x\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right) =$

$= ma_x\left(\frac{17-8}{8}\right) = \frac{9}{8}ma_x$

$M\frac{17}{9}\cancel{a_x} = \frac{9}{8}m\cancel{a_x}$

$\boxed{\frac{m}{M} = \frac{136}{81}}$

$\frac{a_y\tau^2}{2} = H$; $\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{3}a_x}} = \sqrt{\frac{6H\cdot 85}{5\cdot 24g}} = \frac{\sqrt{17}}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$.

Часть 2

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

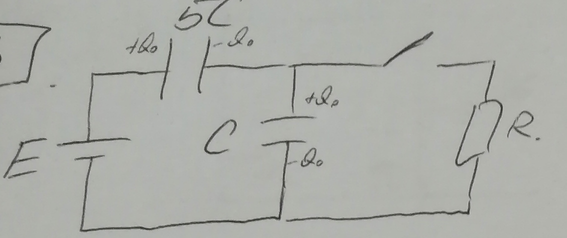
Шифр: **21200700**

ID профиля: **326660**

Вариант 4

Чистовик

3].



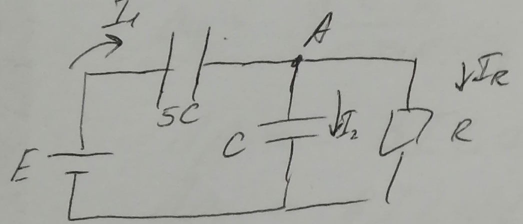
При разомкнутом K конденсаторы соединены последовательно

$$C_0 = \frac{5C}{C+5C} = \frac{5}{6}C.$$

$$Q_0 = C_0 E = \frac{5}{6}CE$$

$$U_{10} = \frac{Q_0}{5C} = \frac{1}{6}E, \quad U_{20} = \frac{Q_0}{C} = \frac{5}{6}E$$

$I_a = \frac{U_{20}}{R} = \frac{5}{6}\frac{E}{R}$, где I_a — ток через резистор сразу после замыкания



После замыкания система будет переходить к новому установившемуся режиму: ток через резистор отсутствует (иначе подзаряжался бы конденсатор 1. или разряжался 2.), тогда на R не падает напряжение $\Rightarrow U_2 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow U_1 = E$; $Q_1 = 5CU_1 = 5CE$.

~~ЗСЭ~~ 1) до замыкания: $W_0 = \frac{5CU_{10}^2}{2} + \frac{CU_{20}^2}{2} = \frac{5CE^2}{72} + \frac{C25E^2}{72} = \frac{5}{12}CE^2$;

2) после установл. нового режима: $W_K = \frac{5CU_1^2}{2} = \frac{5CE^2}{2}$.

~~ЗСЭ~~ $q_{ист}$ — заряд, протекший через источник.

$q_{ист} = Q_1 - Q_0 = 5CE - \frac{5}{6}CE = \frac{25}{6}CE$; $A_{ист} = q_{ист}E$.

$$W_0 + q_{ист}E = W_K + W_{тепл}$$

$$W_{тепл} = \frac{5}{12}CE^2 + \frac{25}{6}CE^2 - \frac{5CE^2}{2} = \frac{25}{12}CE^2$$

Для контура $E - 5C - C$: $E = \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C}$.

Дифференцируем по времени: $0 = \frac{I_1}{5C} + \frac{I_2}{C}$.

Для узла A: $I_1 = I_2 + I_R$, тогда

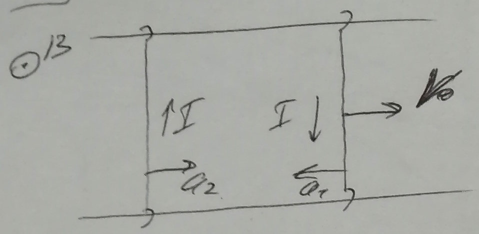
$$5I_2 = -I_1 = -I_2 - I_R$$

$I_R = -6I_2$. Значит ток через C_2 течёт в противоположную сторону: $I_2 = -I_0 \Rightarrow I_R = 6I_0$.

Ответ: $I_a = \frac{5}{6}\cdot\frac{E}{R}$; $W_{тепл} = \frac{25}{12}CE^2$; $I_R = 6I_0$.

Чистовик

4



$\cancel{\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BLV_0 dt}{dt} = BL}$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{BLV_{отн}dt}{dt} = BLV_{отн},$$

т.к. $dS = L \cdot V_{отн}\,dt$. (Знак "–" учтен в направл. тока)

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+5R} = \frac{BLV_{отн}}{6R}$$

$$F = BLI = \frac{B^2L^2V_{отн}}{6R}$$

$$2ma_{10} = F_0 = \frac{B^2L^2V_0}{6R}, \text{ т.к.}$$

$$V_{отн}(0) = V_0 - 0 = V_0.$$

$a_0 = \frac{B^2L^2V_0}{12mR}$, против направления $\vec{V_0}$

$$\begin{aligned} dp_1 &= -BILdt \\ dp_2 &= BILdt \end{aligned} \Rightarrow dp_1 + dp_2 = 0 \Rightarrow \Delta p_1 + \Delta p_2 = 0,$$

тогда

$$\frac{m}{2}V_к - 0 + 2mV_к - 2mV_0 = 0;$$

$V_к = \frac{4}{5}V_0$, т.к. $F \sim V_{отн} \Rightarrow F = 0$ при $V_{отн} = 0$.

$$V_{отн} = \frac{dr_{отн}}{dt}.$$

$$a_{отн} = -\frac{B^2L^2V_{отн}}{mR}\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{12}\right) = -\frac{5}{12}\frac{B^2L^2V_{отн}}{mR}$$

$$\frac{dV_{отн}}{dt} = -\frac{5}{12}\frac{B^2L^2}{mR}\frac{dr_{отн}}{dt}$$

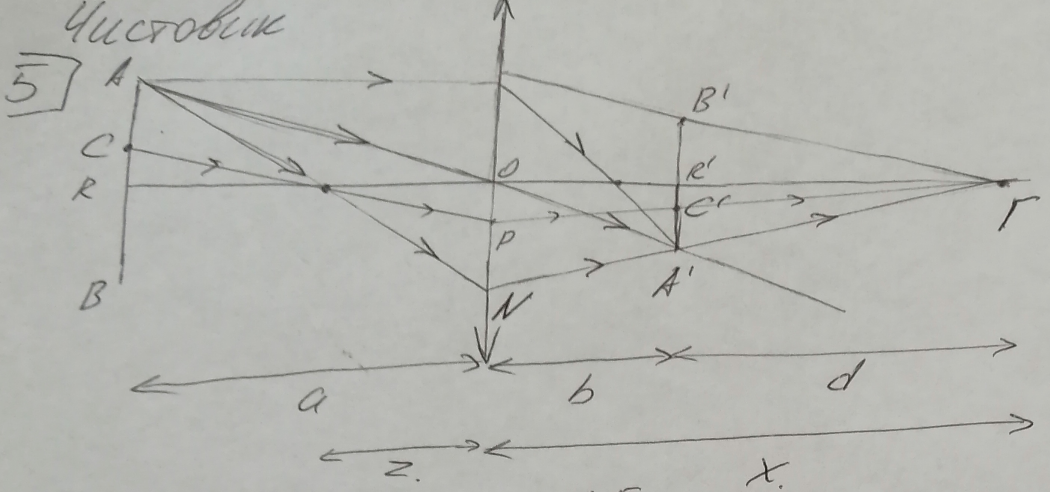
$$0 - V_0 = -\frac{5}{12}\frac{B^2L^2}{mR}\Delta V_{отн}$$

$$\Delta V_{отн} = \frac{12}{5}\frac{mRV_0}{B^2L^2}$$

Ответ: $\vec{a_0} = -\frac{BL^2\vec{V_0}}{12mR}$; $\vec{V_{к1}} = \vec{V_{к2}} = \frac{4}{5}\vec{V_0}$; $\Delta V_{отн} = \frac{12}{5}\frac{mRV_0}{B^2L^2}$

Чистовик

5



$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow b = \frac{aF}{a-F} = \frac{96 \cdot 24}{96-24} = 32$ см.

Глаз аккомодирован на d, где d – расстояние до изображения.

$x = b + d = 56$ см.

ε_1 – увеличение. $\varepsilon_1 = \frac{b}{a} = \frac{1}{3}$; $\frac{h}{H} = \frac{b}{a} = \frac{1}{3}$; $h = 3$ см.

Лучи от точки A сходятся в A', формируя изображение. Лучи, которые позволяют увидеть изображение в точке Г – это луч ANГ и близкие к нему. Значит луч ANГ задаёт размер линзы. (Понятно, что луч из C в C' пройдёт через линзу ближе к оптической оси).

Из подобия $\frac{D_н}{h} = \frac{x}{d}$; $D_н = 3 \cdot \frac{56}{24} = 7$ см.

Рассмотрим произвольный луч от циферблата, который попадёт в Г, например CPГ.

Обозначим расстояние до точки первого пересеч. с оптич. осью как z. $\frac{C'R'}{CR} = \varepsilon_1 = \frac{1}{3}$; $\frac{OP}{C'R'} = \frac{x}{d} = \frac{56}{24} = \frac{7}{3}$.

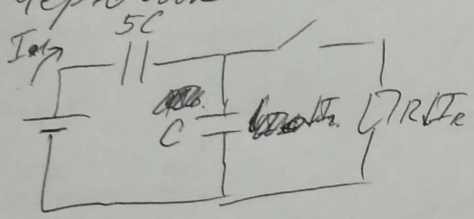
$\frac{OP}{CR} = \frac{z}{a-z} = \frac{7}{9}$; $9z = 7a - 7z$; $z = \frac{7}{16}a = 42$ см

z не зависит от выбора C, значит все искомые лучи там пересекутся, там и ставим экран.

Ответ: $x = 56$ см; $D_н = 7$ см; $z = 42$ см левее линзы

3

Черновик



$C_0 = \frac{5C \cdot C}{6C} = \frac{5}{6} C$

$Q_0 = C E_0 = \frac{5}{6} C E_0$

$U_{10} = \frac{Q_0}{5C} = \frac{1}{6} E_0$

$U_{20} = \frac{Q_0}{C} = \frac{5}{6} E_0$

$I_0 = \frac{U_{20}}{R} = \frac{5}{6} \frac{E_0}{R}$

$W_0 = \frac{5CU_{10}^2}{2} + \frac{CU_{20}^2}{2} = \frac{5CE_0^2}{72} + \frac{C25E_0^2}{72} = CE_0^2 \frac{5}{12}$

$W_к = \frac{5CE_0^2}{2}$; $Q_к = 5CE_0$

$q_{ист} = 5CE_0 - \frac{5}{6}CE_0 = \frac{25}{6} CE_0$

$W_0 + Eq_{ист} = W_к + \Delta W_{тепл}$

$\Delta W_{тепл} = \frac{5}{12} CE^2 + \frac{25}{6} CE^2 - \frac{5}{2} CE^2 = CE^2 \left(\frac{5 + 50 - 30}{12} \right) =$

$= \frac{25}{12} CE^2$

$\frac{q_2}{C} = I_R R$; $E = \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C}$

$0 = \frac{I_1}{5C} + \frac{I_2}{C}$; $I_1 = I_2 + I_R$

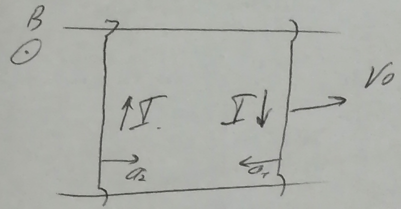
$5I_2 = -I_1 = -I_2 - I_R$

$I_R = -6I_2$; $I_2 = -I_0$

$I_R = 6 I_0$

21200700 (U326660 M1268557)

Черновик



$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{BLV_0\,dt}{dt} = BLV_0$$

(Знак "–" учтён в направлении токов)

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R+5R} = \frac{\mathcal{E}}{6R} = \frac{BLV_0}{6R}$$

$$2ma_{10} = BIL = \frac{B^2L^2V_0}{6R}$$

$$a_{10} = \frac{B^2L^2V_0}{12mR}\ ; \quad \vec{a}_1 = -\frac{B^2L^2\vec{V}_1}{12mR}$$

$$\frac{m}{2}a_2 = \frac{B^2L^2V_1}{6R}\ ; \quad \vec{a}_2 = \frac{B^2L^2\vec{V}_1}{3mR}$$

$$\frac{dV}{V} = -A\,dt.$$

$$\ln\frac{V}{V_0} = -At. \quad V = V_0e^{-At} \to 0. \quad \lim_{t\to\infty} e^{-At} \neq 0.$$

$$V = 0.$$

$$\mathcal{E} = BL(V_1 - V_2)$$

$$2ma_1 = BIL = \frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{6R}\ ; \quad a_1 = \frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{12mR}$$

$$\frac{m}{2}a_2 = \frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{6R} \qquad a_2 = \frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{3mR}$$

$$dp_1 = -BIL\,dt$$

$$dp_2 = BIL\,dt\ , \qquad dp_1 + dp_2 = 0;$$

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0;$$

$$\frac{m}{2}V_k - 0 + 2mV_k - 2mV_0 = 0; \quad 2{,}5\,V_k = 2V_0$$

$$V_k = \frac{4}{5}V_0$$

$$V_{отн} = V_1 - V_2$$

$$a_{отн} = \frac{B^2L^2V_{отн}}{mR}\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{12}\right) = \frac{5}{12}\ \dots$$

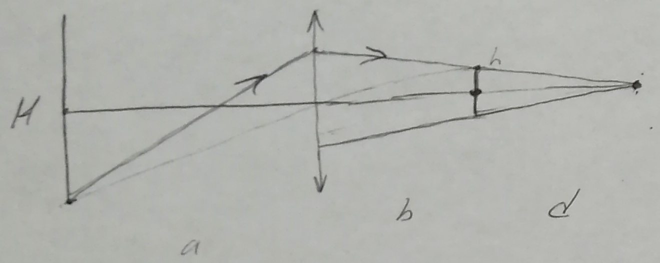
$$\frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt}\ \frac{5}{12}\ \dots$$

$$qVB = F$$

$$B = \frac{Н\cdot с}{Кл\cdot м}$$

$$BLV = \frac{Н\cdot с}{Кл\cdot м}\cdot\frac{м^2}{с} = \frac{Дж}{Кл}$$

Черновик



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

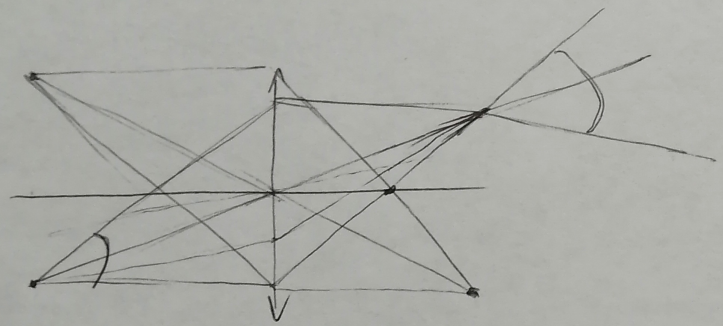
$$b = \frac{aF}{a-F} = \frac{96 \cdot 24}{96-24} =$$

$$= 24 \, \frac{4 \cdot 1}{4-1} = 4 \cdot 8 = 32 \text{ см}$$

$$x = d + b = 32 + 24 = 56 \text{ см}$$

$$Г = \frac{b}{a} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$$

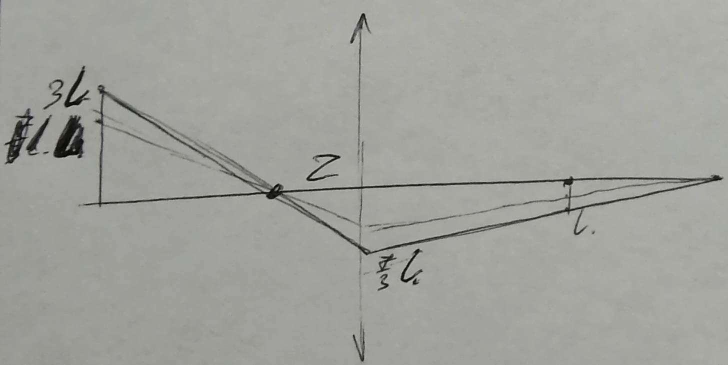
$$h = 3 \text{ см}$$



$$\frac{D_м}{h} = \frac{x}{d}$$

$$D_м = 3 \, \frac{56}{24} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 1}{24} = 7 \text{ см}$$

$$\frac{7}{3}$$



$$\frac{3l}{a-z} = \frac{\frac{7}{3} l}{z}$$

$$9z = 7a - 7z$$

$$16z = 7a$$

$$z = \frac{7}{16} a$$