Часть 1

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

Шифр: **21201305**

ID профиля: **327053**

Вариант 4

№2. <u>Чистовик лист 1.</u> Вариант 11-04.

1) $$Q_1 = \int\limits_{\frac{3T_0}{4}}^{T_0} c(T)\nu\, dT = \int\limits_{\frac{3T_0}{4}}^{T_0} \nu\cdot\frac{9}{5}k\frac{T}{T_0}\,dT = \frac{9}{5}\frac{\nu k}{T_0}\cdot\left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{\frac{9T_0^2}{16}}{2}\right) =$$

$$= \frac{9}{5}\frac{\nu k}{\cancel{T_0}}\cdot\frac{7T_0^{\cancel{2}}}{32} = \boxed{\frac{63}{160}\nu k T_0} > 0.$$

2) По I з. термодинамики:

$$\delta Q = \Delta U + \delta A.$$

$$\nu\cdot c(T)\,dT = \frac{3}{2}\nu k\,dT + \delta A.$$

$$\delta A = \nu\cdot\frac{9}{5}k\frac{T}{T_0}\,dT - \frac{3}{2}\nu k\,dT = \nu k\cdot\frac{9}{5T_0}T\,dT - \frac{3}{2}\nu k\,dT.$$

$$\frac{\delta A}{dT} = \frac{9\nu k}{5T_0}T - \frac{3}{2}\nu k = 0,$$ т.к. $\delta A = \delta A_{min}$

$$\Downarrow$$

$$T = \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu k}\cdot 5T_0}{9\cancel{\nu k}} = \boxed{\frac{15}{18}T_0}.$$

3) $$\nu\int\limits_{T_0}^{T} c(T)\,dT = \frac{3}{2}\nu k\int\limits_{T_0}^{T} dT + \delta A.$$

$$\delta A = \nu\cdot\frac{9k}{5T_0}\int\limits_{T_0}^{T} T\,dT - \frac{3}{2}\nu k\int\limits_{T_0}^{T} dT = \frac{9\nu k}{5T_0}\cdot\left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3}{2}\nu k(T - T_0) =$$

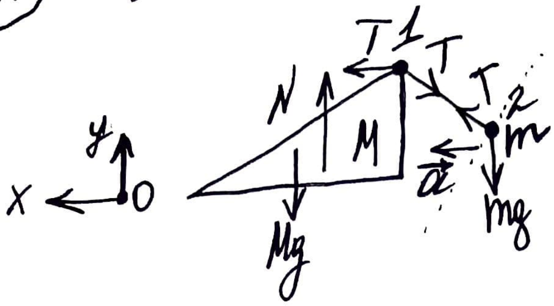
$$= \left(\frac{9\nu k}{10T_0}\cdot(T+T_0) - \frac{3}{2}\nu k\right)(T - T_0) = \left(\frac{\cancel{9}\nu k}{10\cancel{T_0}}\cdot\frac{33\cancel{T_0}}{\cancel{18}_2} - \frac{3}{2}\nu k\right)\left(-\frac{T_0}{6}\right) =$$

$$= \left(\frac{33}{20}\nu k - \frac{30}{20}\nu k\right)\cdot\left(-\frac{T_0}{6}\right) = -\frac{\cancel{3}\nu k}{20}\cdot\frac{T_0}{\cancel{6}_2} = \boxed{\frac{-\nu k T_0}{40}}.$$

Ответ: 1) $\frac{63}{160}\nu k T_0$; 2) $\frac{15}{18}T_0$; 3) $\frac{-\nu k T_0}{40}$.

Чистовик. Лист 2. Вариант 11-04.

№1. Силы, действ. на систему:



1) точки 1 и 2 движутся как единое целое из-за нерастяж. нити, поэтому ускорение шара напр-но под углом 90° к вертикали.

2) по II з. Ньютона для клина и шара в проекциях на оси X и Y:

$$\begin{cases} T=(m+M)a. \\ T\sin\alpha = mg \\ T - T\cos\alpha = Ma \\ T - mg\sin\alpha = ma\cos\alpha \end{cases} \Rightarrow \frac{\cancel{m}g}{\sin\alpha} - \cancel{m}g\sin\alpha = \cancel{m}a\cos\alpha,$$

$$g - g\sin^2\alpha = a\cos\alpha\sin\alpha$$

$$g\cos^{\cancel{2}}\alpha = a\cancel{\cos\alpha}\sin\alpha$$

$$\Downarrow$$

$$a = g\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \boxed{g\,\mathrm{ctg}\,\alpha}$$

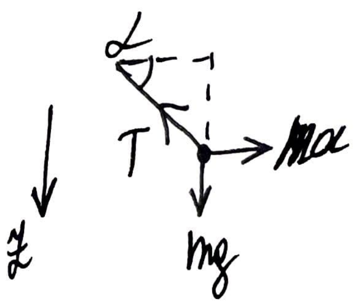
$$\cos\alpha = \frac{8}{17},\ \sin\alpha = \frac{15}{17} \Rightarrow \mathrm{ctg}\,\alpha = \frac{8}{15} \Rightarrow \boxed{a = \frac{8}{15}g}.$$

3) $T=(m+M)a.$

$$(M+m)\cancel{a}\cdot(1-\cos\alpha) = M\cancel{a}.$$

$$\cancel{M}+m - \frac{8}{17}M - \frac{8}{17}m = \cancel{M}, \qquad \frac{9}{17}m = \frac{8}{17}M \Rightarrow \boxed{\frac{m}{M} = \frac{8}{9}}.$$

4) В С.О. клина на шар действует ещё сила инерции $-Ma$.



$$-T\sin\alpha + mg = ma_{отн_z}$$

$$T = (m+M)a = \left(m + \frac{9m}{8}\right)\cdot\frac{8}{15}g = \frac{17mg}{15}.$$

$$a_{отн_z} = \frac{mg - \frac{17mg}{15}\cdot\frac{15}{17}}{m} = 0.$$

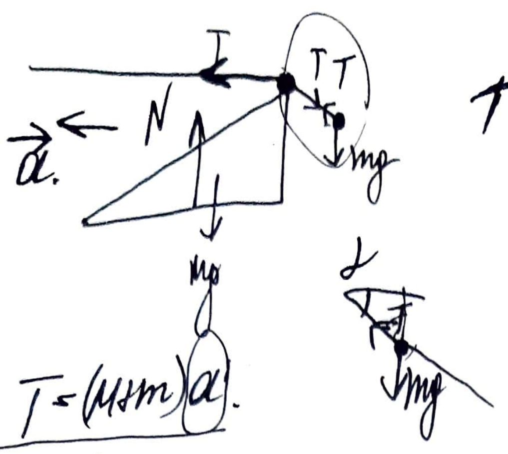
Восп. клин+шар:

1) 90°.

2)

Черновик

[redacted]



$$\begin{cases} T = (M+m)a \\ T\sin\alpha = mg \\ T - mg\sin\alpha = ma \\ T - T\cos\alpha = Ma \end{cases}$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{\cancel{m}g}{\sin\alpha} - \cancel{m}g\sin\alpha = \cancel{m}a}$$

$$g - g\sin^2\alpha = a\sin\alpha$$

$$g\cos^2\alpha = a\sin\alpha$$

$$a = \frac{g\cos^2\alpha}{\sin\alpha} = \frac{g\cdot\frac{64}{289}}{\frac{15}{17}} =$$

$$\cos\alpha = \frac{8}{17}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\frac{64}{17^2}} = \frac{15}{17}.$$

$$= \frac{64g}{15\cdot 17} = \boxed{\frac{64}{225}g} = \text{const}.$$

$$T = (M+m)a$$

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

$$(M+m)a\cdot(1-\cos\alpha) = Ma$$

$$(M+m)\left(1-\frac{8}{17}\right) = M.$$

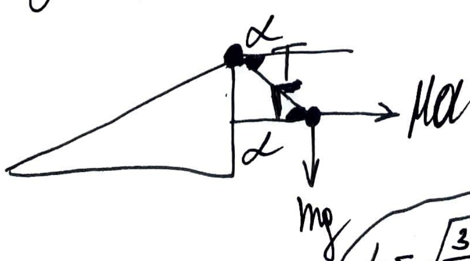
$$\cancel{M} + m - \frac{8}{17}M - \frac{8}{17}m = \cancel{M}.$$

$$\frac{9}{17}m = \frac{8}{17}M \Rightarrow \boxed{\frac{m}{M} = \frac{8}{9}}.$$

$$T = ma + \frac{9m}{8}a = \frac{17ma}{8} =$$

$$= \frac{17m}{8}\cdot\frac{64}{225}g = \boxed{\frac{8mg}{15}}$$

В СО клина:



$$mg - T\sin\alpha = ma_{отн}$$

$$a_{отн} = \frac{mg - \frac{8mg}{15}\cdot\frac{15}{17}}{m} = \boxed{\frac{9g}{17}} \Rightarrow H = \frac{a_{отн}t^2}{2} = \frac{9gt^2}{34}$$

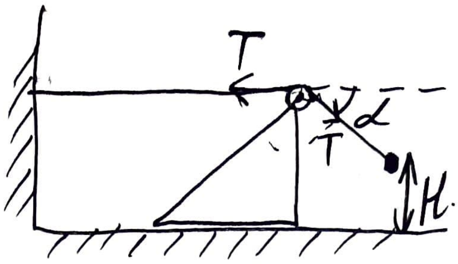
$$t = \sqrt{\frac{34H}{9g}}.$$

Черновик.

Черновик.

$\cos\alpha = \frac{8}{17}$

H.



1) Рассм шар

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

$\times \frac{32}{5}$

ν, T_0

$c(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

$Q_1 = \sum c(T) \cdot \nu \cdot dT = \int_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} \nu dT = \frac{9}{5} \frac{\nu R}{T_0} \cdot \left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{\frac{9}{16} T_0^2}{2} \right) =$

$= \frac{9}{5} \frac{\nu}{T_0} R \frac{7}{32} T_0^2 = \boxed{\cancel{\frac{63}{160} \nu R T_0}} > 0.$

$= \boxed{\frac{63}{160} \nu R T_0}.$

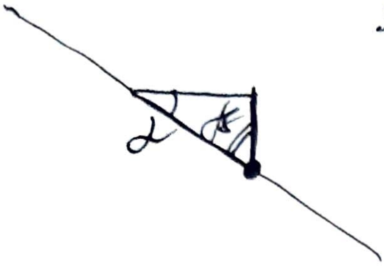
№1. 1) Угол α остаётся неизменным $\Rightarrow$ ус-ие шара напр. вдоль нити под углом $90^\circ-\alpha$ к вертикали,

Черновик

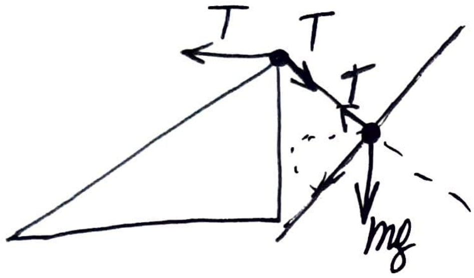
$\sin\beta = \cos\alpha = \frac{8}{17}$

$\Downarrow$

$\boxed{\beta = \arcsin\frac{8}{17}}$



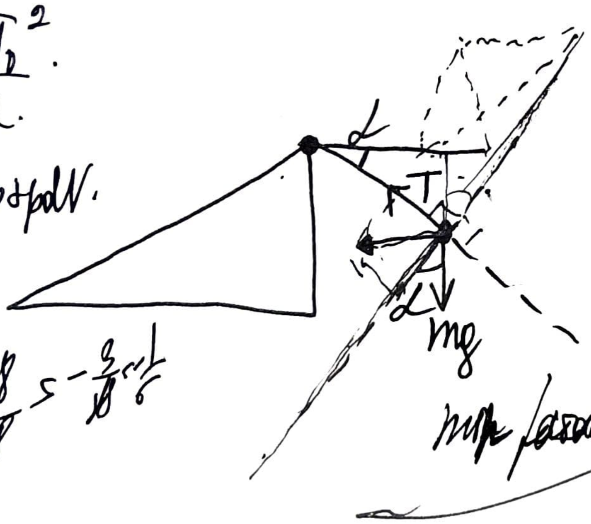
2)



$M =$

$\int_{T_0}^{T} T\,dT = \frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}$.

$\nu R\,dT = V\,dp + p\,dV$.



$T - mg\sin\alpha = ma_x$

$p\,dV_{min} \to min$

$\underline{\delta A = min}$

$mg\cos\alpha$

$\frac{9\nu R}{5T_0}$.

$\frac{15}{18} - \frac{18}{18} = -\frac{3}{18} = -\frac{1}{6}$

$\delta Q = \delta U + \delta A$. $p\,dV + V\,dp = \nu R\,dT$

$p\,dV = \nu R\,dT$

$\underbrace{\nu \cdot \int_{T_0}^{T} c(T)\,dT}$

$\nu \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}\,dT = \underbrace{\frac{3}{2}\nu R\,dT} + \delta A$.

$p\,dV \to min$. $\underline{A'(V) = 0}$.

$\underbrace{p\,dV}_{min} + V\,dp = \nu R\,dT$

$V = \frac{\nu R T}{p}$

$\frac{9}{5}\nu R\,T\,dT - \frac{3}{2}\nu R\,dT = \delta A \to \frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{pV}{\nu R}\,dT - \frac{3}{2}\nu R\,dT = \delta A = dT\left(\frac{9 \nu R}{5 T_0}\right.$

Часть 2

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

Шифр: **21201305**

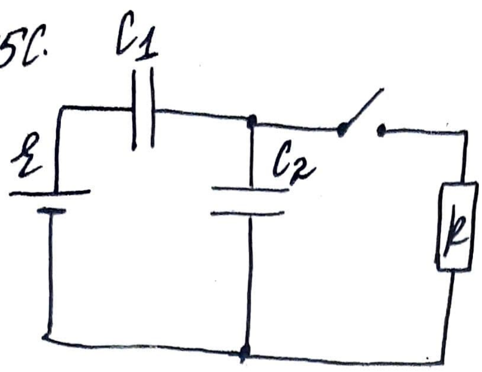
ID профиля: **327053**

Вариант 4

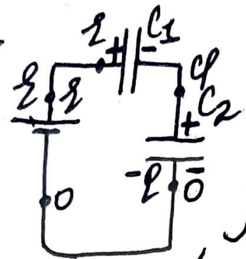
Чистовик. 8-4. Лист 1.

$C_2 = C$

№3. $C_1 = 5C$.



До замык. ключа →



метод потенциалов.

По закону сохр-ия заряда $-C_1(\mathcal{E}-\varphi)+C_2(\varphi-0)=0$.

$$-5C(\mathcal{E}-\varphi)+C(\varphi-0)=0$$

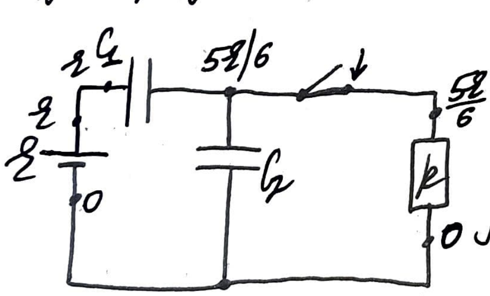
$$-5\mathcal{E}+5\varphi+\varphi=0 \Rightarrow \varphi=\frac{5\mathcal{E}}{6} \Rightarrow U_{C_2}=\frac{5\mathcal{E}}{6},$$

$$q_2=\frac{5\mathcal{E}C_2}{6}=\frac{5\mathcal{E}C}{6}.$$

$$U_{C_1}=\frac{\mathcal{E}}{6}, \qquad q_1=\frac{\mathcal{E}}{6}\cdot 5C=\frac{5\mathcal{E}C}{6}.$$

1) Рассм. цепь сразу после замык. ключа:

Сразу после этого напряж-ие на C_1 и C_2 не изменяется.

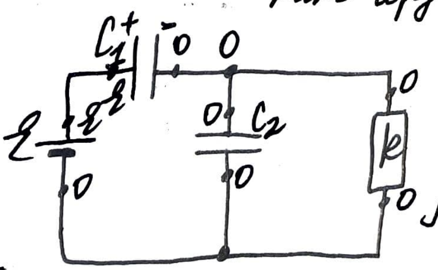


метод потенциалов.

$$W_C(0)=\frac{C_1 U_{C_1}^2}{2}+\frac{C_2 U_{C_2}^2}{2}=\frac{5C\mathcal{E}^2}{72}+\frac{C\cdot 25\mathcal{E}^2}{72}=\frac{30C\mathcal{E}^2}{72}=\boxed{\frac{5C\mathcal{E}^2}{12}}$$

По закону Ома $\boxed{I_R(0)=\frac{5\mathcal{E}}{6R}}$.

2) Рассм. уст. режим после замык. ключа: ток через R нет.



метод потенциалов.

$$U_{C_1}(t)=\mathcal{E}-0=\mathcal{E}.$$

$$U_{C_2}(t)=0.$$

$$W_C(t)=C_1\frac{\mathcal{E}^2}{2}=\boxed{\frac{5C\mathcal{E}^2}{2}}$$

$$A_{ист}=\Delta W_C+Q.$$

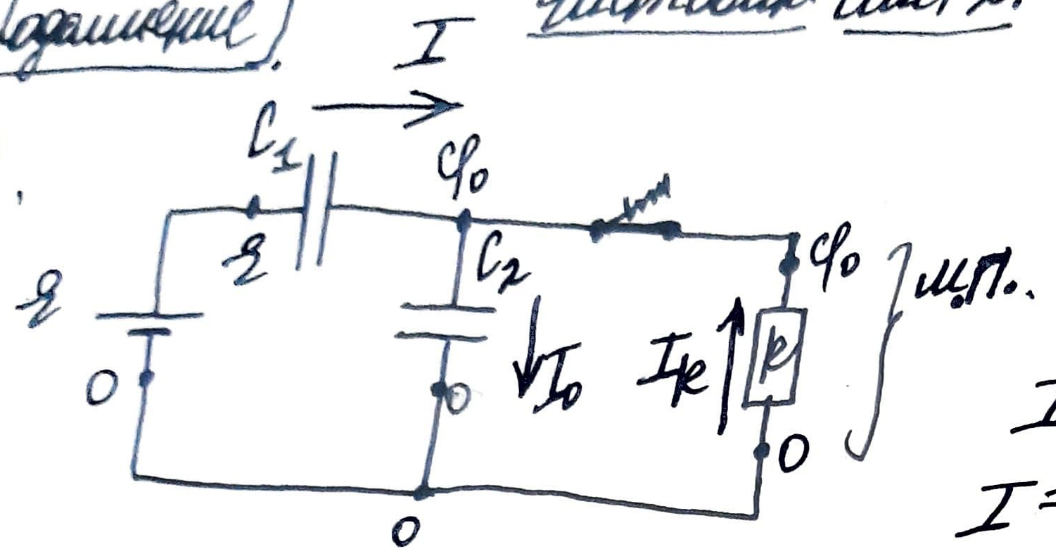
На $+\mathcal{E}$ C_1 был заряд $+\frac{5C\mathcal{E}}{6}$, а стал $+C_1\mathcal{E}=5C\mathcal{E}>\frac{5C\mathcal{E}}{6}$, т.е. $q_{ист}=5C\mathcal{E}-\frac{5C\mathcal{E}}{6}=\frac{25C\mathcal{E}}{6}$.

$$\mathcal{E}\cdot\frac{25C\mathcal{E}}{6}=\frac{5C\mathcal{E}^2}{2}-\frac{5C\mathcal{E}^2}{12}+Q \Rightarrow \frac{50C\mathcal{E}^2+5C\mathcal{E}^2-30C\mathcal{E}^2}{12}=Q \Rightarrow \boxed{Q=\frac{25}{12}C\mathcal{E}^2}.$$

№3, продолжение.

Чистовик. Лист 2.

3).



Для ‖ верно, что, т.к. $q = Cu$, а $I = \frac{dq}{dt}$, $\underline{I_C = C \cdot \dot{u}_C}$.

$$I + I_R = I_0.$$

$$I_0 = C_2 \dot{u}_{C_2} = C \cdot \dot{\varphi}_0.$$

$$I = C_1 \cdot \dot{u}_{C_1} = 5C \cdot (\dot{\mathcal{E}} - \dot{\varphi}_0) = -5C\dot{\varphi}_0.$$

$$\Downarrow$$

$$-5C\dot{\varphi}_0 + I_R = C\dot{\varphi}_0$$

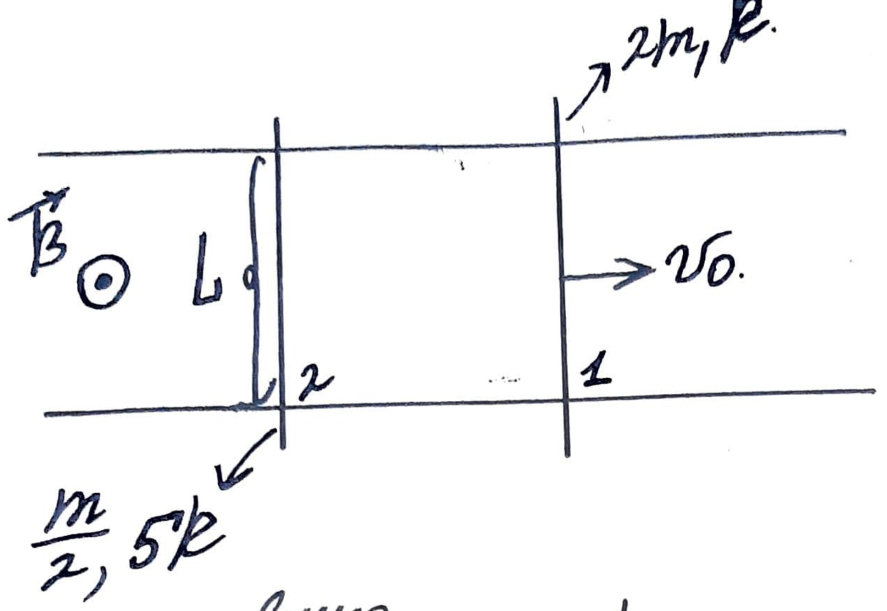
$$\Downarrow$$

$$I_R = 6C\dot{\varphi}_0 = \boxed{6I_0}.$$

Ответ: 1) $\frac{5\mathcal{E}}{6R}$; 2) $\frac{25}{12}C\mathcal{E}^2$; 3) $6I_0$.

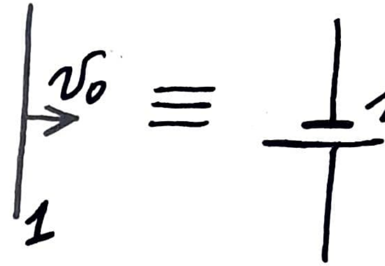
Чистовик. Лист 3.

№4.



1) В рез-те движение пер. 1 в м. п. по контуру из перемычек течёт эл. ток ⇒ на пер. 1 действует сила Ампера $F_{A_1} = BIL$. ~~Первое~~

Вторая перем. мгновенно скорость не приобретёт, $v_2(0)=0 \Rightarrow \mathcal{E}_{i_2}(0)=0$.

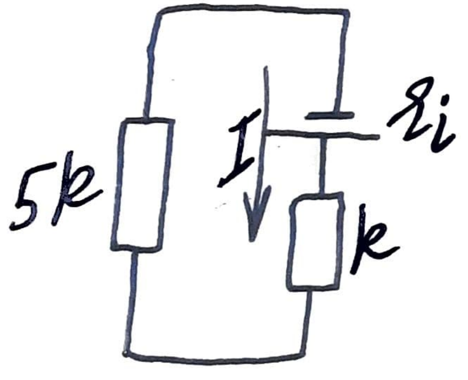


$\mathcal{E}_i = Bv_0L$.

по зак. Ома для цепи

$$\mathcal{E}_i = 6I_0R \Rightarrow I(0) = \frac{Bv_0L}{6R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{A_1}(0) = BI(0)L = BL\cdot\frac{Bv_0L}{6R} = \frac{B^2L^2v_0}{6R}.$$



$$F_{A_1}(0) = 2ma_0 \Rightarrow a_0 = \frac{B^2L^2v_0}{6R\cdot 2m} = \boxed{\frac{B^2L^2v_0}{12mR}}.$$

Чистовик: лист 3.

2) Через продолж. время относительная скорость перемычек станет равна нулю, сами перемычки [redacted] разгоняться перестанут. $F_A=0$ $\sum \mathcal{E}_i=0$.

По закону сохр-ия импульса для перемычек:

$$2mv_0=\frac{5}{2}mu \Rightarrow \boxed{u=\frac{4}{5}v_0}.$$

3) $$\mathcal{E}_{i_1}+\mathcal{E}_{i_2}=6IR \to I=\frac{\mathcal{E}_{i_1}+\mathcal{E}_{i_2}}{6R}$$

$$F_{A_1}=2m\frac{\Delta v_{1x}}{\Delta t}=BIl$$ ось X напр. вдоль рельсов.

$$F_{A_2}=\frac{m}{2}\cdot\frac{\Delta v_{2x}}{\Delta t}=BIl$$

$$\Downarrow$$

$$\cancel{2\frac{\Delta v_{1x}}{\Delta t}=\frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta v_{2x}}{\Delta t} \Rightarrow 4\Delta v_{1x}=\Delta v_{2x} \Rightarrow} 4\cdot\cancel{\left(\frac{4}{5}v_0-v_0\right)}=$$

$$\cancel{\Rightarrow 4|\Delta v_1|=|\Delta v_2| \Rightarrow}$$

$$\frac{2m|\Delta v_{1x}|}{\Delta t}=Bl\cdot\frac{Bv_{1x}l-Bv_{2x}l}{6R}=\frac{B^2l^2}{6R}\cdot|v_{отн_x}|$$

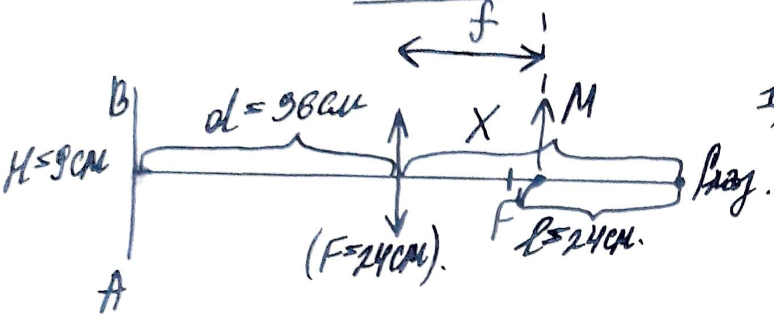
$$2m|\Delta v_{1x}|=\frac{B^2l^2}{6R}\cdot\underbrace{|v_{отн_x}\Delta t|}_{\Delta x}$$

$$\Downarrow$$

$$2m\cdot\sum|\Delta v_{1x}|=\frac{B^2l^2}{6R}\sum|\Delta x| \to \frac{B^2l^2}{6R}x=2m\cdot\frac{v_0}{5}$$

$$\Downarrow$$

$$x=\frac{2mv_0\cdot 6R}{5\cdot B^2l^2}=\boxed{\frac{12mv_0R}{5B^2l^2}}$$



1) точку M, в которой П лучи, найдём из ф-лы тонкой линзы:

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

$$\Downarrow$$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{24\cdot 96}{96-24} = \frac{\cancel{24}\cdot 96}{\cancel{72}_{3}} = \underline{32\,см}$$

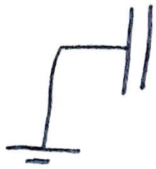
$$\Downarrow$$

р-ие от линзы до глаза равно $f + l = 32\,см + 24\,см = \boxed{56\,см}$.

2) попер. увел-ие $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$.

Если глаз видит всё цифры циферблата, то он видит и лучи с его краёв. Диаметр линзы $\underline{D_M = H \cdot \Gamma} = 9 \cdot \frac{1}{3} = \boxed{3\,см}$.

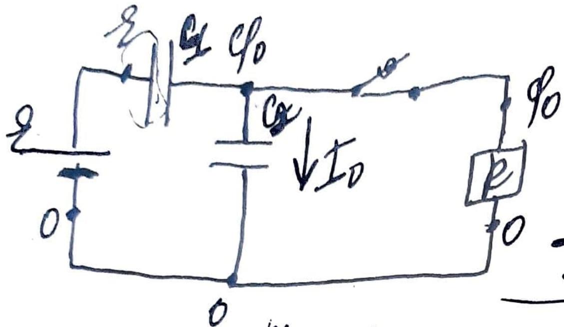
Черновик.



$I_R \cdot R = U_C = \frac{\boxed{q}}{C}$.

$I_0 = C\dot{U}_C = C\cdot\dot{\varphi}_0$

$I = 5C\cdot \dot{U}_{C_1} = 5C\cdot(\mathcal{E}-\varphi_0)'_t = 5C\cdot(-\dot{\varphi}_0)$.



$I_0 = C\cdot\dot{\varphi}_0$.

$-5C\dot{\varphi}_0 = C\cdot\dot{\varphi}_0 + I_R$

$I_R = -6C\dot{\varphi}_0 = \boxed{-6I_0}$.

$m_{дум} = \frac{5}{2}m$

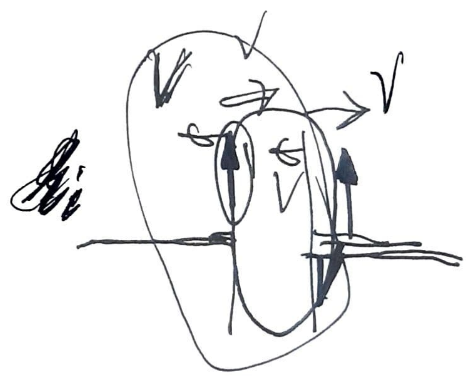
ЗСИ:

$2mv_0 = u\cdot\frac{5}{2}m$

$\Downarrow$

$u = \frac{4}{5}v_0$

$\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{u^2\cdot\frac{5}{2}m}{2}$



$2v_0^2 = u^2\cdot\frac{5}{2}$

$\sqrt{2}v_0 = u\cdot\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{2}}$

$4\cdot\frac{v_0}{5} = \frac{4}{5}v_0$.