Часть 1

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

Шифр: **21200698**

ID профиля: **848095**

Вариант 2

Задача №21

Дано:

$\nu;\ T_0;\ i=3$

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

1) $Q_1 = ?$

2) $T^* = ?$

3) $A_{min} = ?$

Решение:

1) $Q_1 = Q_{отв}$; $Q_{отв} = -Q_{под}$

~~По 2-му началу~~

$$Q_{под} = \sum Q = \sum c\nu\Delta T = \nu\sum c\Delta T =$$

$$= \nu\sum\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}\Delta T = \frac{5\cdot\nu R}{2\cdot T_0}\sum T\Delta T$$

$\sum T\Delta T = \frac{T_{кон}^2}{2} - \frac{T_{нач}^2}{2}$, по условию

$T_{кон} = \frac{T_0}{2}$, а $T_{нач} = T_0 \Rightarrow Q_{под} = \frac{5\cdot\nu R}{2T_0}\left(\frac{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) \Rightarrow \cdot(-T_0)$

$$Q_{под} = \frac{5\nu R}{4\cancel{T_0}}\cdot\left(-\frac{\cancel{T_0}}{2}\right)\cdot\left(\frac{3T_0}{2}\right) = -\frac{15\nu RT_0}{16} \Rightarrow$$

$$Q_{отв} = -Q_{под} = \frac{15}{16}\nu RT_0$$

2) По 2-му началу Термодинамики:

$$Q_{под} = A + \Delta U \Rightarrow A = Q_{под} - \Delta U = \sum c\nu\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$= \frac{5\cdot\nu R}{2T_0}\sum T\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, где $\sum T\Delta T = \frac{T_{кон}^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}$, а

$\Delta T = T_{кон} - T_0$.

$A = A(T) = \frac{5\cdot\nu R}{4\cdot T_0}\left(T_{кон}^2 - T_0^2\right) - \frac{3}{2}\nu R\left(T_{кон} - T_0\right)$ – парабола с ветвами вверх

Чистовик (2)

Задача №2 (продолжение)

Найдём минимум этой функции

$$A'(T) = \frac{5}{\cancel{2}} \frac{\nu \cancel{R}}{T_0} \cdot T_{кон} - \frac{3}{\cancel{2}} \nu \cancel{R} = 0$$

$\frac{5}{T_0} \cdot T_{кон} - 3 = 0 \Rightarrow T_{кон} = \frac{3}{5} T_0$, при таком значении $T_{кон}$, наша функция будет минимальна

т.е. $T^{*} = \frac{3}{5} T_0$

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

$$= \frac{\cancel{5}\nu R}{\cancel{4} \cdot \cancel{T_0}} \cdot \left(-\frac{2 \cdot \cancel{8}^{2} \cdot T_0^{\cancel{2}}}{5 \cdot \cancel{5}}\right) + \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{2}{5} T_0 = -\frac{\nu R T_0}{5}$$

$$A_{min} = -\frac{1}{5} \nu R T_0$$

Ответ: 1) $\frac{15}{16} \nu R T_0$; 2) $\frac{3}{5} T_0$; 3) $-\frac{1}{5} \nu R T_0$

чистовик ③

Задача №1

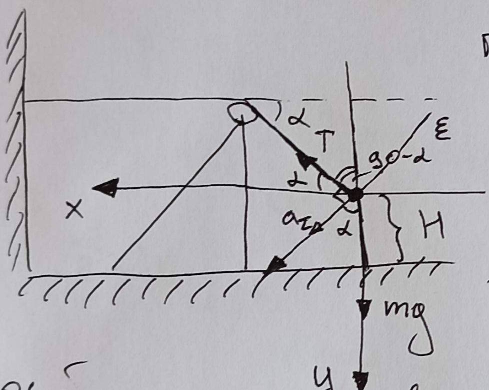
Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$
H
$\alpha = const$

1) $\beta = ?$
2) $a_{клина} = ?$
3) $\frac{m}{M} = ?$
4) $t = ?$

Решение:

1) т.к. $\alpha = const$, то центростр. составл. ускорения шара будет отсутствовать, $a_n = \omega^2 R$, где $\omega = \alpha' = 0$

Значит у шара будет только тангенциальная составляющая ускорения направленная под углом $\boxed{\beta = \alpha}$, $\cos\alpha = \frac{4}{5}$



2) чтобы угол оставался неизменным, нужно чтобы клин и шар в каждый момент времени двигались с одинаковой скоростью, учитывая что изначально они были в состоянии покоя $\Rightarrow a_{клина} = a_{шара} = a_\tau$. Пусть масса шара m

Запишем 2-й Закон Ньютона: $\xi: mg\cdot\cos\alpha = ma_\tau$

$\Rightarrow a_\tau = g\cdot\cos\alpha \Rightarrow a_{клина} = g\cdot\cos\alpha$

3) Клин движется за счёт горизонтальной составляющей силы T! Пусть масса клина M; тогда запишем 2 ЗН для „m": x:

$$\boxed{m\cdot a_\tau\cdot\sin\alpha = T\cdot\cos\alpha} \quad (1)$$

чистовик ③

чистовик ④

Продолжение №1

2ЗН для „M": $\boxed{T\cdot\cos\alpha = M a_\tau}$ (2)

(1) = (2) => $M\cdot \cancel{a_\tau} = m\cdot \cancel{a_\tau}\cdot \sin\alpha \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{1}{\sin\alpha}$

4) т.к. ускорение шара постоянно то верно следующее: $2a_{\tau y}\cdot H = v_y^2 - v_{oy}^2$, по условию $v_{oy}=0$

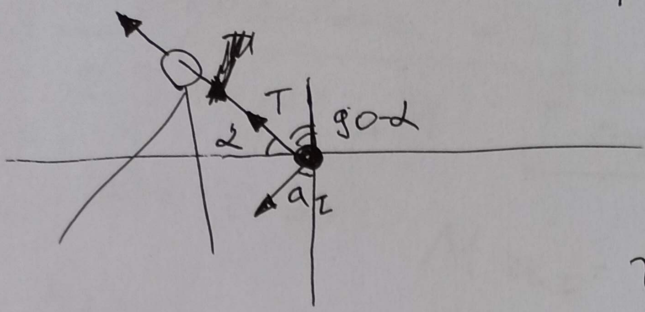
$\boxed{2\cdot a_{\tau y}\cdot H = v_y^2}$ (3)

$v_y = v_{oy} + a_{\tau y}t = a_{\tau y}t \Rightarrow \boxed{v_y = a_{\tau y}\cdot t}$ (4)

5) (4)→(3) => $2\cdot \cancel{a_{\tau y}}\cdot H = a_{\tau y}^{\cancel{2}} t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2H}{a_{\tau y}}$,

где $a_{\tau y} = g\cdot\cos\alpha\cdot\cos\alpha$ => $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\frac{1}{\cos\alpha}$

Ответ: 1) $\cos\alpha = \frac{4}{5}$; 2) $g\cdot\cos\alpha$; 3) $\frac{1}{\sin\alpha}$; 4) $\frac{1}{\cos\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}}$



$T \cdot \cos\alpha = m a_\tau \cdot \sin\alpha$

$T \cdot \cos\alpha = M \cdot a_\tau \; = m$

$v_y^2 = 2 a_{\tau y} \cdot H$

$2 a_{\tau \cdot y} \cdot H = v_y^2 - 0$

$v_y = a_{\tau y} \cdot t$

$a_{\tau y}^{\cancel{2}} t^2 = 2 \cancel{a_{\tau y}} \cdot H$

$t =$

№2 $\quad C(T) = \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0} \qquad Q = \nu\,\cancel{R\Delta T} =$

$$C = \frac{\sum Q}{\sum \nu \Delta T}$$

$$\sum Q = \sum C \nu \Delta T$$

$$Q_{под} = \nu \sum C \Delta T = \nu \sum \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \Delta T = \frac{\frac{5}{2}R\nu}{T_0}\left(\sum T \Delta T\right)$$

$$\frac{3T_0^2}{4} = \frac{15 R \nu T_0}{16} \qquad \frac{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}$$

$$Q_{отв} = \frac{5R\nu}{2T_0 \cdot 2}\underbrace{\left(T_0^2 - \left(\frac{T_0}{2}\right)^2\right)}_{\left(T_0 - \frac{T_0}{2}\right)\left(T_0 + \frac{T_0}{2}\right) = \frac{3T_0^2}{4}}$$

$$\frac{T_0}{2} \qquad \frac{3T_0}{2}$$

$$Q_{под} = A + \Delta U \Rightarrow A = Q_{под} - \Delta U$$

$$\underbrace{\sum c \nu \Delta T} - \underbrace{\frac{3}{2}\nu R \Delta T}$$

$$A = \nu \sum \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \Delta T$$

$$A = \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\underbrace{\sum T \Delta T}_{\frac{T_{кон}^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}} - \frac{3}{2}\nu R \underbrace{\Delta T}_{T_{кон} - T_0}$$

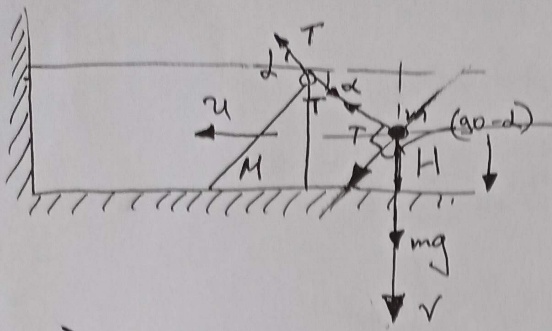
$$A = \frac{5\,\nu R}{4 \cdot T_0}\left(T_{кон}^2 - T_0^2\right) - \frac{3}{2}\nu R\left(T_{кон} - T_0\right)$$

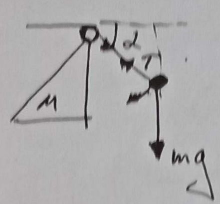
$$A(T) = \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}\left(T_{кон}^2 - T_0^2\right) - \frac{3}{2}\nu R\left(T_{кон} - T_0\right)$$

$$A'(T) = \frac{5 \cdot \nu R}{2T_0} \cdot T - \frac{3}{2}\nu R = 0$$

$$\frac{5}{T_0} T = 3 \qquad T = \frac{3T_0}{5} \text{ — мин.}$$

$T = \frac{\nu R T_0}{5}$





$a_{ц.м} = \omega^2 R$, где $\omega = \alpha' - const$

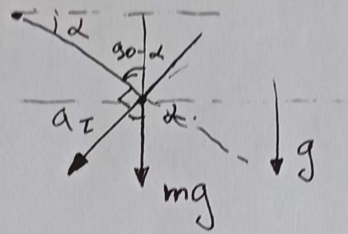
$a_n = 0$

Есть только a_τ составляющая полного ускорения ⇒

1) $\cancel{a_n = 0}$ $\beta = \alpha$ a_τ

2) ~~...~~

2



$a_\tau \cdot \cos\alpha = g$

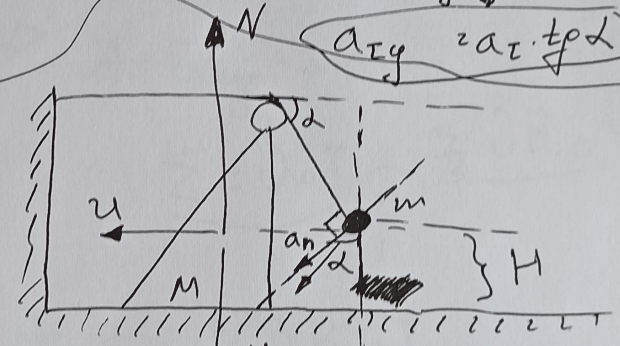
$a_\tau = \frac{g}{\cos\alpha}$

$T \cdot \cos\alpha =$

$a_{\tau y} = a_\tau \cdot \sin\alpha$

$a_{\tau y} = a_\tau \cdot tg\alpha$

3) $\frac{m}{M} = ?$

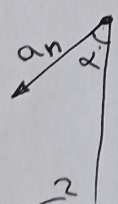


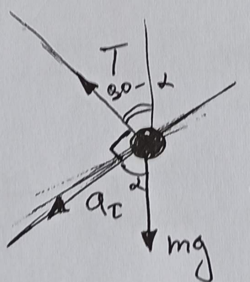
$T \cdot \cos\alpha = m \cdot a_{\tau y} =$

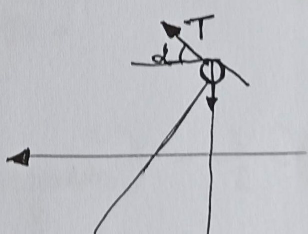
$a_n = \omega^2 R$, где $\omega = \alpha'$

т.к $\alpha = const \Rightarrow a_n = 0$, значит есть только одна составл. полного ускорения

$a_\tau = a =$







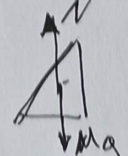
$2 a_y H = v^2$

$mg - T \sin\alpha = m a_y$

$mg - T \cdot \sin\alpha = m a_n$

$a_n \cdot \cos\alpha = g$

$a_n = a = a_{клина} = \frac{g}{\cos\alpha}$



Часть 2

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

Шифр: **21200698**

ID профиля: **848095**

Вариант 2

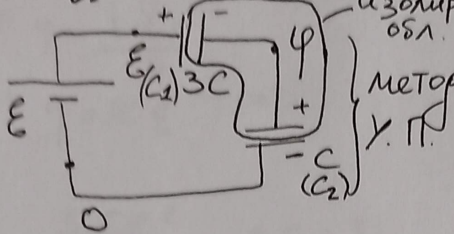
Чистовик: Часть 2 Вариант 11-02 (1) (4)

Задача №3

Дано:
$C_2=C$, $C_1=3C$
R; $\mathcal{E}$

1) $I(0)=?$
2) $Q=?$
3) $U_R(t)=?$

1) Рассмотрим ~~схе~~ цепь до замыкания ключа: т.к. изначально конденсаторы незаряжены, то верно следующее для изолированной области:

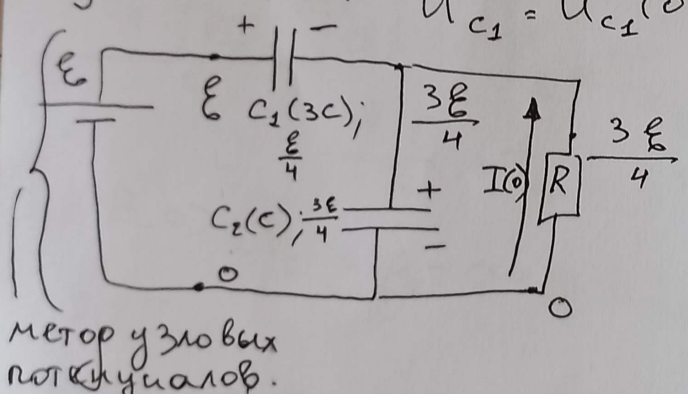


ЗСЗ: $0=-3C(\mathcal{E}-\varphi)+C\cdot\varphi \Rightarrow$

$3\mathcal{E}=4\varphi \Rightarrow \varphi=\frac{3\mathcal{E}}{4}$, значит

$U^*_{C_1}=\mathcal{E}-\frac{3\mathcal{E}}{4}=\frac{\mathcal{E}}{4}$, $U^*_{C_2}=\frac{3\mathcal{E}}{4}$

2) Рассмотрим цепь в момент сразу после (t=0). Напряжение на конденсаторах скачком не изменится. $U^*_{C_1}=U_{C_1}(0)$; $U^*_{C_2}=U_{C_2}(0)$:

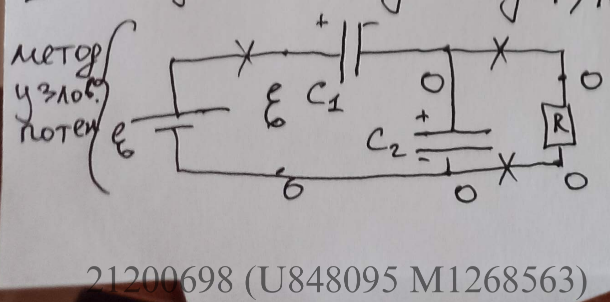


По закону Ома:

$$I(0)=\frac{\frac{3\mathcal{E}}{4}-0}{R}=\frac{3\mathcal{E}}{4R}$$

$$W(0)=\frac{C_1\left(\frac{\mathcal{E}}{4}\right)^2}{2}+\frac{C_2\left(\frac{3\mathcal{E}}{4}\right)^2}{2}=\frac{3C\mathcal{E}^2}{8}$$

3) Рассмот. момент ~~непосредст. перед~~ $t=t_{уст.}$, т.к. цепь в уст. режиме, то тока через —||— нет $\Rightarrow$ I в цепи отсутствует, т.е. $I(t_{уст})=0$



$U_{C_1}(t_{уст})=\mathcal{E}$

$U_{C_2}(t_{уст})=0$

$W(t_{уст})=\frac{3C\mathcal{E}^2}{2}$

21200698 (U848095 M1268563)

Чистовик

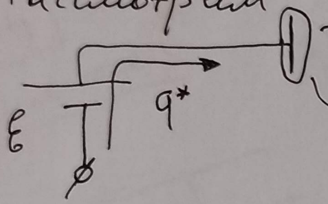
②

Продолжение №3 | 4) Рассмотрим процесс $t=0$ до $t=t_{уст}$:

ЗСЭ:

$A_{\mathcal{E}} = \Delta W + Q$, где $A_{\mathcal{E}} = \mathcal{E}\cdot q^*$, а $\Delta W = W(t_{уст}) - W(0)$ чел)

Рассмотрим левую обкладку C_1



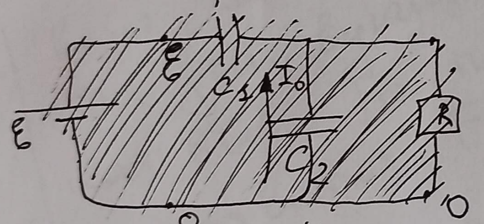
был $q = \frac{3C\mathcal{E}}{4}$

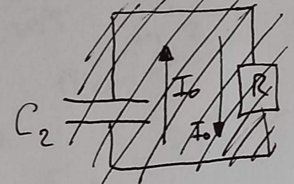
стал $q = 3C\mathcal{E}$

$\Rightarrow q^* = +\frac{9C\mathcal{E}}{4}$

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

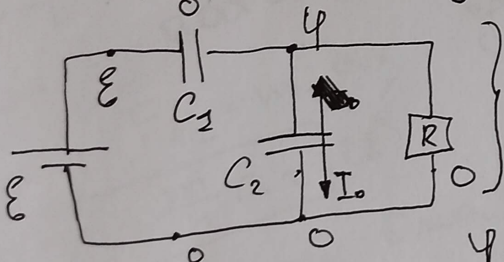
5) Рассмотрим момент τ, когда $I_{C_2} = I_0$ $\boxed{\varphi' = \frac{I_0}{C}}$





$I_0 = q'_{C_2} =$

$= \varphi' C_2 = \varphi' C$



МУП $I_{C_1} = (\mathcal{E}-\varphi)' C_1 = +\varphi' C_1 =$

$I_R + I_{C_2} = I_{C_1}$

$$\frac{\varphi - 0}{R} + I_0 = \varphi' \cdot 3C = I_0 \cdot 3$$

$\Rightarrow \varphi = 2I_0 \cdot R \Rightarrow U_R = \varphi - 0 = 2RI_0 = U_R(\tau)$

$U_R(\tau) = 2RI_0$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$; 2) $Q = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$; 3) $U_R(\tau) = 2RI_0$

3

Чистовик

Задача №4

Найти: 1) $a_2=?$; 2) $U=?$; 3) $Q_{отн}=?$

Дано:

$m_1 = m$

$m_2 = \frac{m}{2}$

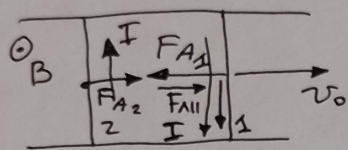
$R_1 = R$

$R_2 = 4R$

$V_1 = V_0$

B ; L

Решение:



1) ~~Сила~~ Составляющее (II) силы Лоренца приведёт к возникновению тока (I) через перемычку 1 направленную вниз, за счёт тока появится сила Ампера, действующая $\perp$ перем. 1 направленная влево. Ток потечёт через перем. 2 вверх и появится F_{A_2}. По 2ЗН для „2":

$$F_{A_2} = m_2 a_2 \text{ , где } F_{A_2} = BIL \text{ , а } m_2 = \frac{m}{4}$$

$$\boxed{BIL = \frac{m}{4} a_2} \quad (1)$$

2) По закону Ома: $\boxed{I = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{5R} = \frac{BV_0L}{5R}}$ (2)

$$(2) \rightarrow (1) \quad \frac{B^2L^2V_0}{5R} = a_2 \cdot \frac{m}{4} \Rightarrow a_2 = \frac{4B^2L^2V_0}{5Rm}$$

3) Рассмотрим систему из 2-х перемычек: она замкнута, тогда $V_{ц.м} = \frac{\frac{m}{2}\cdot 0 + m \cdot V_0}{\frac{3m}{2}} \Rightarrow$

$V_{ц.м} = \frac{2V_0}{3}$ и она постоянна.

Через продолжительный промежуток времени их скорости сравняются. и станут U

$$\frac{2V_0}{3} = \frac{mU + \frac{m}{2}U}{\frac{3}{2}m} \Rightarrow U = \frac{2V_0}{3}$$

Чистовик (4)

Задача №4 (продолжение)

3) ЗИМЭ:

$$A_{\Sigma F_A} = \Delta E_{к\,сист}, \text{ где } \Delta E_{к\,сист} = \frac{mu^2}{2} + \frac{\frac{m}{2}u^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

с другой стороны:

$$A_{\Sigma F_A} = -F_A \cdot S_{отн} = -BIL \cdot S_{отн}$$

$$\frac{3}{4}mu^2 - \frac{mV_0^2}{2} = -BIL \cdot S_{отн} = \frac{3}{4}m \cdot \frac{\cancel{4}}{\underset{3}{\cancel{9}}}V_0^2 - \frac{mV_0^2}{2} =$$

$$= -\frac{1}{6}mV_0^2 \Rightarrow S_{отн} = \frac{mV_0^2}{6BIL} = \frac{mV_0^{\cancel{2}} \cdot 5R}{6B^2L^2\cancel{V_0}}$$

$$S_{отн} = \frac{5}{6}\frac{mV_0R}{B^2L^2}$$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{4B^2L^2V_0}{m5R}$; 2) $u = \frac{2V_0}{3}$; 3) $S_{отн} = \frac{5}{6}\frac{mV_0R}{B^2L^2}$

Чистовик

(5)

Задача №5

$F = 12$ см
$H = 9$ см
$d = 48$ см
$l = 24$ см

1) $x = ?$
2) $D_м = ?$
3) $y = ?$

Решение:

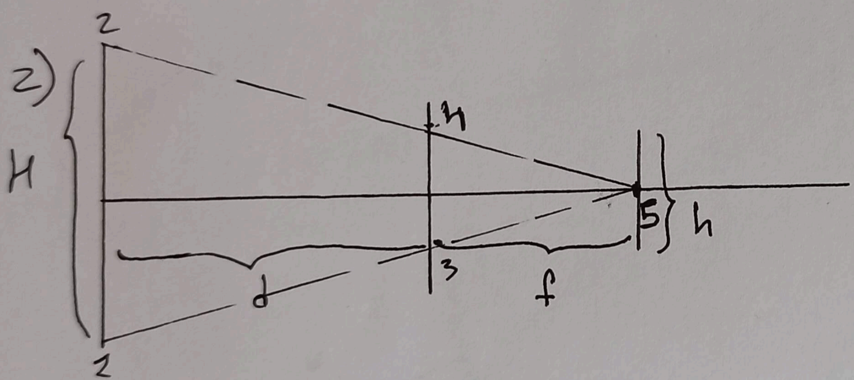
1) $x = f + l$, т.к. изображений действительно и по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{12 \cdot 48}{48 - 12} = 16 \text{ см}$$

$$x = f + l = 16 + 24 = 40 \text{см}$$

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

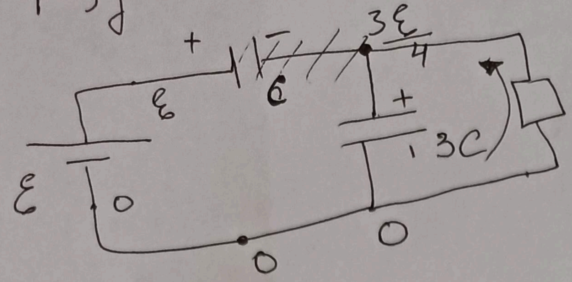
2)

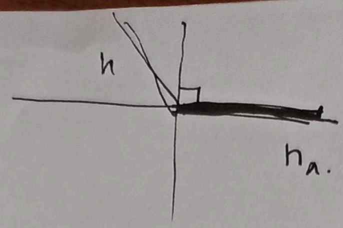


$$\Gamma = \frac{1}{3} = \frac{h}{H} \Rightarrow h = \frac{H}{3} = 3 \text{см}$$

Из подобия $\Delta 152$ и $\Delta 3$

1) сразу после





$3\mathcal{E} - 3\varphi = \varphi\ \cancel{B} \cdot \sin\alpha = n$

V_0

$$\frac{3C \cdot \mathcal{E}^2}{4^2 \cdot 2} + \frac{3^2 \cdot C \cdot \mathcal{E}^2}{4^2 \cdot 2} = \frac{12 \cdot \mathcal{E}\mathcal{E}^2}{32} = \frac{3 \cdot \cancel{4}\mathcal{E}^2 \cdot C}{4^{\cancel{2}} \cdot 2} \cdot \frac{3}{8}$$

$$\frac{3C\mathcal{E}^2}{2}\left(\underbrace{1 - \frac{1}{4}}_{\frac{3}{4}}\right) = \frac{9C\mathcal{E}^2}{8} \qquad \frac{3C\mathcal{E}^2}{4^2 \cdot 2} +$$

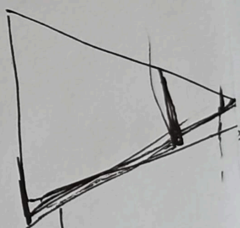
$$\frac{2C\mathcal{E}^2}{\ }$$

$$\frac{6C\mathcal{E}^2}{8} - \qquad \frac{3C\mathcal{E}^2}{8} + \frac{6}{8} = \frac{9C\mathcal{E}^2}{8} - 6$$

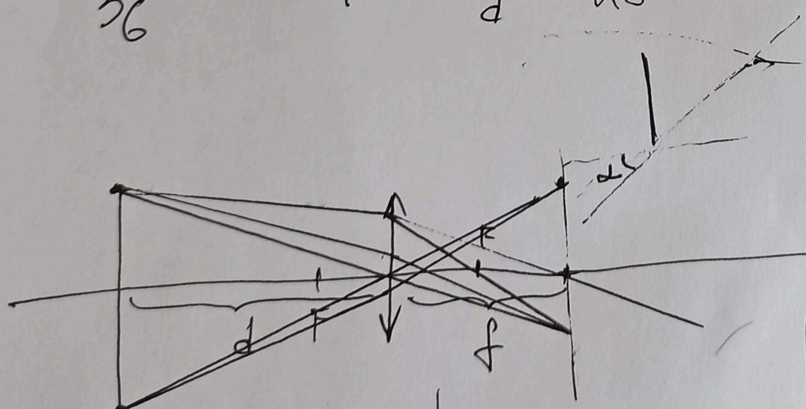
$$\frac{18C\mathcal{E}^2}{8} + \frac{3C\mathcal{E}^2}{8} - \frac{12}{8} = \frac{9}{8}$$

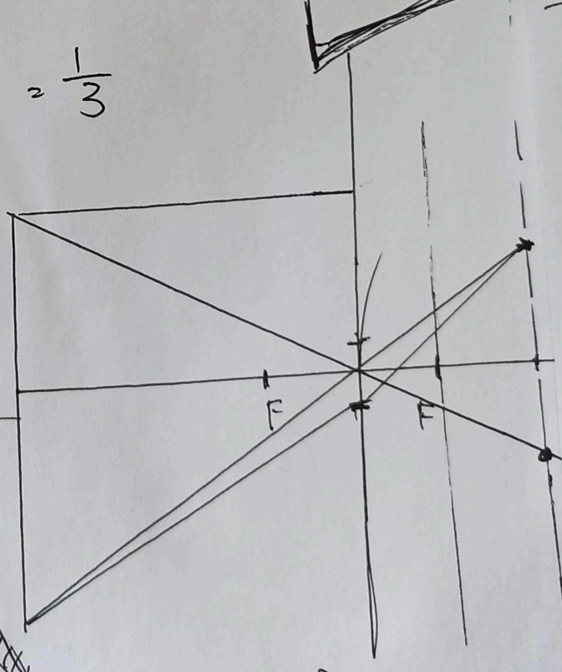
$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{16}{48} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

36

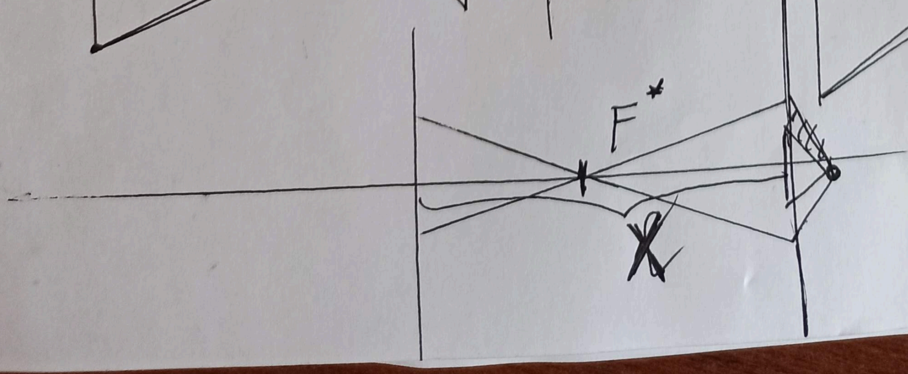


$\frac{B^2 L^2}{5R}$

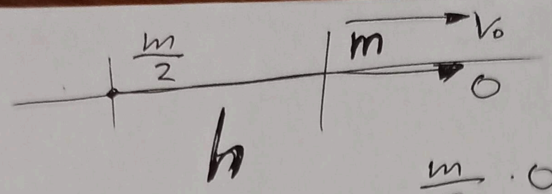




$\frac{1}{3}$



$(n_\wedge - 1)$



$$V_{ц.м.} = \frac{\frac{m}{2}\cdot 0 + m\cdot V_0}{\frac{3m}{2}} = \boxed{\frac{2V_0}{3}}$$

$$BIL = m\cdot a_2$$

$$\boxed{a_2 = 4a_1}$$

$$\frac{m_1 V_0^2}{2} + \cancel{\frac{m}{2}}$$

$$X_{ц.м.} = \frac{m\cdot h}{\frac{3m}{2}} = \frac{2}{3}h$$

$$X_{ц.м.}$$

$$\frac{2V_0}{3} = \frac{\cancel{\frac{3mu}{2}}}{\cancel{\frac{3}{2}m}}$$

$$A_{F_A} = S_{отн}\cdot F$$

зима:

$$A_{F_A} =$$

$$\frac{m}{2}u^2\left(1+\frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{2}$$

$$BIL = \frac{B^2L^2V_0}{5R}$$

$$I = q_{c_1} = (\varepsilon-\varphi)'C$$

$$\frac{1}{3} - \frac{1}{2} = \frac{2-3}{6}$$

$$I_0 = \varphi' C$$