Часть 1

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

Шифр: **21203406**

ID профиля: **827883**

Вариант 2

Вариант 02.

№2.

Дано:

ν, T_0

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

1) Q_1 -?

2) T -?

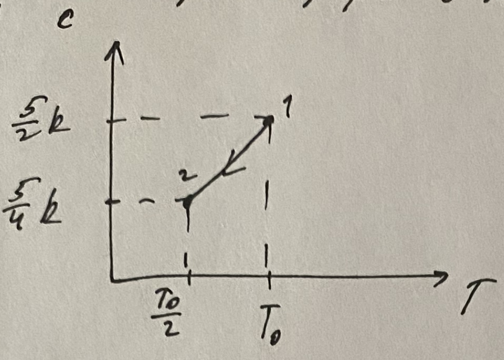
3) A_{min} -?

Решение:

1) При $T = T_0$ $C(T) = \frac{5}{2} k$

При $T = \frac{T_0}{2}$ $C(T) = \frac{5}{4} k$

Построим график в координатах $C(T)$:



$$S_{12} = \frac{\left(\frac{5}{2}k + \frac{5}{4}k\right)}{2} \cdot \left(T_0 - \frac{T_0}{2}\right) = \frac{\frac{15k}{4}}{2} \cdot \frac{T_0}{2} = \frac{15kT_0}{16}$$

$$Q_1 = S_{12} \cdot \nu = \frac{15\nu k T_0}{16}$$

2) По 1-му закону термодинамики:

$$Q = \Delta U + A_{газа}$$

$$A_{газа} = (Q - \Delta U) \to min$$

$$Q = \frac{C_1 + C_2}{2} \cdot (T_2 - T_1)\nu = \nu \cdot \frac{\frac{5}{2}k\frac{T_0}{T_0} + \frac{5}{2}k\frac{T}{T_0}}{2} \cdot (T - T_0) =$$

$$= \left(\frac{5}{2}k + \frac{5}{2}k\frac{T}{T_0}\right) \cdot \nu \cdot \frac{(T - T_0)}{2} = \frac{5}{4}k\nu \cdot \left(1 + \frac{T}{T_0}\right)(T - T_0) = \frac{5}{4}k \cdot \frac{(T^2 - T_0^2)}{T_0} \cdot \nu$$

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

$$A_{газа} = \frac{5}{4}k\left(\frac{T^2 - T_0^2}{T_0}\right)\nu - \frac{3}{2}\nu k (T - T_0) = \frac{5k}{4T_0}(T - T_0)(T + T_0) - \frac{3}{2}\nu k (T - T_0) =$$

$$= k(T - T_0)\left(\frac{5}{4T_0}(T + T_0) - \frac{3}{2}\nu\right) = k(T - T_0) \cdot \left(\frac{5(T + T_0) - 6\nu T_0}{4T_0}\right) =$$

$$= \frac{5k(T^2 - T_0^2) - 6\nu k T_0 (T - T_0)}{4T_0} = \frac{5kT^2 - 5kT_0^2 - 6\nu k T T_0 + 6\nu k T_0^2}{4T_0}$$

$$(A_{газа})' = \frac{(10kT - 6\nu k T_0) \cdot 4T_0 - 0}{16T_0^2} = \frac{10kT - 6\nu k T_0}{4T_0} = 0, \quad T_0 \neq 0$$

$$10kT = 6\nu k T_0$$

$$T = \frac{6\nu T_0}{10} = 0{,}6\nu T_0$$

3) $$A_{min} = \frac{5k \cdot (0{,}6\nu T_0)^2 - 5kT_0^2 - 6\nu k T_0 (0{,}6\nu T_0) + 6\nu k T_0^2}{4T_0} =$$

$$= \frac{6\nu k T_0^2 - 5kT_0^2 - 1{,}8\nu^2 T_0^2 k}{4T_0} = \frac{kT_0(6\nu - 5 - 1{,}8\nu^2)}{4}$$

$$\frac{kT_0(6\nu - 5 - 1{,}8\nu^2)}{4}$$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{15\nu k T_0}{16}$; 2) $T = 0{,}6\nu T_0$ 3) A_{min} $\frac{kT_0(6\nu - 5 - 1{,}8\nu^2)}{4}$

(2)

$$A_{газа} = \frac{5}{4}kV\left(\frac{T^2-T_0^2}{T_0}\right) - \frac{3}{2}Vk(T-T_0) = Vk\left(\frac{5}{4}\left(\frac{T^2-T_0^2}{T_0}\right) - \frac{3}{2}(T-T_0)\right) =$$

$$\Big| \cdot 2T_0$$

$$= \frac{1}{2}Vk\left(\frac{5T^2-5T_0^2}{2T_0} - 3(T-T_0)\right) = \frac{1}{2}Vk\left(\frac{5T^2-5T_0^2-6TT_0+6T_0^2}{2T_0}\right) =$$

$$= \frac{Vk}{4T_0}\left(T_0^2+5T^2-6TT_0\right) \to min$$

$$A_{газа}' = (10T-6T_0)\cdot\frac{Vk}{4T_0} = 0$$

$$10T = 6T_0$$

$$\underline{T = 0{,}6T_0}$$

3) $$A_{min} = \frac{Vk}{4T_0}\left(T_0^2+5(0{,}6T_0)^2-6T_0\cdot 0{,}6T_0\right) = \frac{Vk}{4T_0}\left(T_0^2+1{,}8T_0^2-3{,}6T_0^2\right) =$$

$$= \frac{Vk}{4T_0}\cdot\left(-0{,}8T_0^2\right) = -\frac{VkT_0}{5}$$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{15VkT_0}{16}$; 2) $T = 0{,}6T_0$; 3) $A_{min} = -\frac{VkT_0}{5}$

(чистовик)

Чистовик.

№1.

(3)

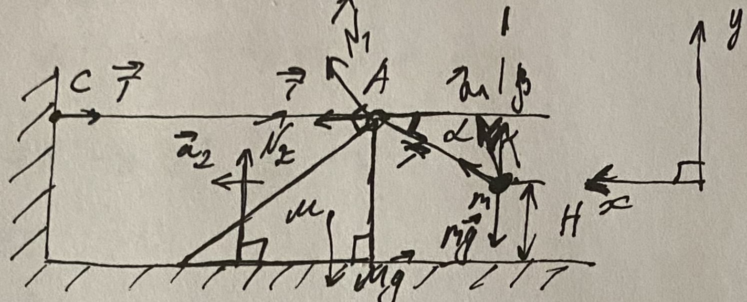
Дано:

H, $\cos\alpha = 0{,}8$

1) β - ?

Решение:

1)



Пусть m - масса шара, M - масса клина

Т.к. блок лёгкий, то $N_1 = 0$

По 2-му закону Ньютона для шара:

$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

$$\begin{cases} OX: T\cos\alpha = m a_1 \sin\beta \\ OY: T\sin\alpha - mg = m a_1 \cos\beta \end{cases}$$

$$\begin{cases} T = \dfrac{m a_1 \sin\beta}{\cos\alpha} \\ m a_1 \sin\beta \,\mathrm{tg}\,\alpha - mg = m a_1 \cos\beta \end{cases}$$

$a_1 \sin\beta \,\mathrm{tg}\,\alpha - g = a_1 \cos\beta$

№2 (Черновик)

Дано:
ν, T_0
$\Delta T = -\frac{T_0}{2}$
$C = \frac{5}{2}k\frac{T}{T_0}$

$Q_1 - ?$

Решение:

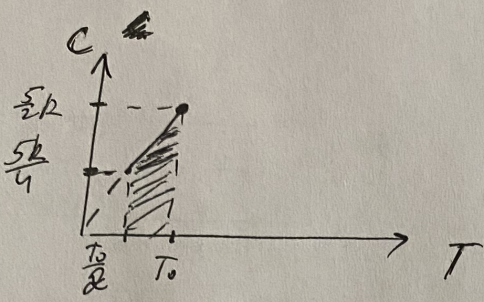
1) $Q = \Delta U + A_{газа}$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu k(T_2 - T_1) = -\frac{3}{2}\nu k \frac{T_0}{2} = \frac{-3\nu k T_0}{4}$

$A_{газа} = p\Delta V$

При $T = T_0$
$c = \frac{5}{2}k$

При $T = \frac{T_0}{2}$, $c = \frac{5}{2}k \cdot \frac{1}{2} = \frac{5k}{4}$



$Q = \int c(T)$

$\int c(T) = \frac{\left(\frac{5k}{4} + \frac{5}{2}k\right)}{2} \cdot \left(-\frac{T_0}{2}\right) = \frac{\frac{15k}{4}}{2} \cdot \left(-\frac{T_0}{2}\right) = -\frac{15kT_0}{16}$

$\cancel{n = \nu N = 4 \cdot 10^{-3}\nu}$

$Q_1 = -\frac{15kT_0}{16} \cdot 4 \cdot 10^{-3}\nu = \frac{15\nu k T_0}{4} \cdot 10^{-3}$ Дж $= 0{,}00375\ \nu k T_0$

$Q = \frac{15kT_0}{16}$

2) $Q = \Delta U + A_{газа}$

$A_{газа} = (Q - \Delta U) \to min$

$Q = (-T_0 + T) \cdot \frac{\left(\frac{5}{2}k\frac{T}{T_0} + \frac{5}{2}k\frac{T_0}{T_0}\right)}{2} = \frac{(-T_0 + T) \cdot \left(\frac{5}{2}k\frac{T}{T_0} + \frac{5}{2}k\right)}{2} =$

$= \frac{\left(\frac{5}{2}k\left(\frac{T}{T_0} + 1\right)\right)(T_0 - T)}{2} = \frac{\frac{5}{2}k(T + T_0)(T_0 - T)}{2T_0}$

$A' =$

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

$A_{газа} = \frac{3}{2}\nu k(T - T_0) + \frac{\frac{5}{2}k(T - T_0)(T + T_0)}{2T_0} =$

$= \cancel{(T - T_0)}\left(\frac{5k(T - T_0)(T + T_0)}{4T_0} - \frac{3}{2}\nu k(T - T_0)\right) =$

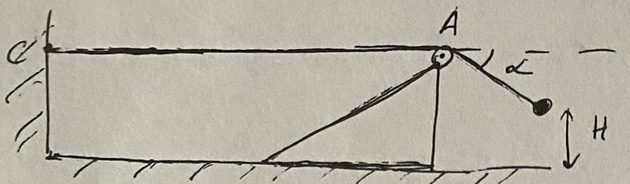
$= k(T - T_0)\left(\frac{5(T + T_0)}{4T_0} - \frac{3}{2}\nu\right)^{\cdot 2T_0} =$

$= k(T - T_0)\left(\frac{5(T + T_0) - 6\nu T_0}{4T_0}\right) =$

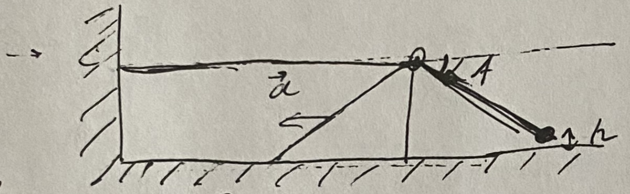
$\frac{5k(T^2 - T_0^2) - 6\nu T_0 k(T - T_0)}{} = \frac{5k(T^2 - T_0^2) - 6\nu k T T_0 + 6\nu k}{}$

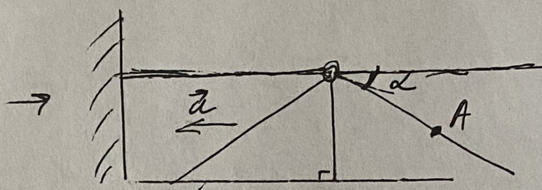
черновик

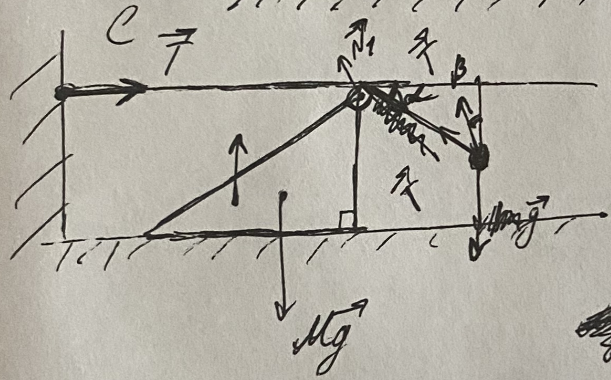
№1.



дано: $\cos\alpha = 0{,}8$, H,







Т.к. блок лёгкий, то $N=0$

$$mgH = \frac{mu^2}{2} + mgh + \frac{Mu_2^2}{2}$$

$$\begin{cases} T\sin\alpha - mg = ma\cos\beta \\ T\cos\alpha = ma\sin\beta \end{cases}$$

$$mgH = \frac{mu^2}{2}$$

$$\begin{cases} \cancel{\quad} \\ \end{cases}$$

$$T = \frac{ma\sin\beta}{\cos\alpha}$$

$$T - T\cos\alpha = Ma_2$$

$$ma\sin\beta \cdot tg\alpha - mg = ma\cos\beta$$

$$a\sin\beta\, tg\alpha - g = a\cos\beta$$

21203406 (U827883 M1267812)

(Черновик)

$$A' = \frac{(10kT - 6VkT_0)\cdot 4T_0}{(4T_0)^2} = \frac{10kT - 6VkT_0}{4T_0} = 0$$, $T \neq 0$ по условию

$$10kT = 6VkT_0$$

$$T = \frac{6VkT_0}{10k} = \frac{6VT_0}{10} = 0{,}6VT_0$$

$$A = \frac{5k\cdot 0{,}36V^2T_0^2 - 5kT_0^2 - 6VkT_0\cdot 0{,}6VT_0 + 6VkT_0^2}{4T_0} =$$

$$= \frac{1{,}8V^2T_0^2k - 5kT_0^2 - 3{,}6V^2T_0^2k + 6VkT_0^2}{4T_0} =$$

$$= \frac{6VkT_0^2 - 1{,}8V^2T_0^2k - 5kT_0^2}{4T_0} = \frac{kT_0^2(6V - 1{,}8V^2 - 5)}{4T_0} =$$

$$= \frac{kT_0(6V - 1{,}8V^2 - 5)}{4}$$

$D = 1{,}8^2 + 4\cdot 5\cdot 6 =$

Часть 2

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

Шифр: **21203406**

ID профиля: **827883**

Вариант 2

Чистовик (вариант 02)

(1)

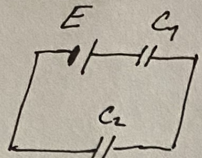
№3.

Дано:
$C_2 = C$
$C_1 = 3C$

Найти:
1) I после замыкания ключа – ?
2) Q – ?
3) U_R – ?

Решение:

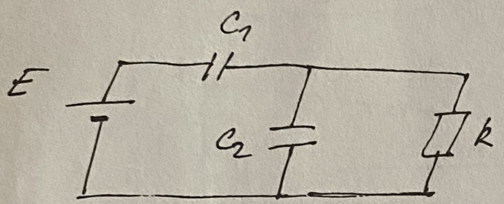
1) До замыкания ключа конденсаторы C_1 и C_2 заряжались



$$C_{общ} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3C \cdot C}{3C + C} = \frac{3C}{4}$$

$$q_{общ} = C_{общ} \cdot E = \frac{3CE}{4}$$

Сразу после замыкания ключа ток начинает проходить через резистор R, причём $U_{C_2} = U_R$



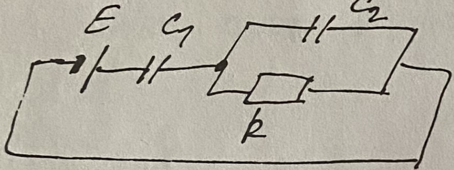
$$U_{C_2} = \frac{q_{общ}}{C_2} = \frac{3CE}{4 \cdot C} = \frac{3E}{4}$$

$$U_{C_2} = I \cdot R = \frac{3E}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{I = \frac{3E}{4R}} \text{ (A)}$$

2) По закону сохранения энергии:

$$A_{ист} + A_{вн} + W_1 = W_2 + Q$$



После замыкания ключа (в установившемся режиме) ток через резистор не течёт, а значит $U_R = 0$

Т.к. резистор R и конденсатор C_2 соединены параллельно, то $U_{C_2} = U_R = 0 \Rightarrow U_{C_1} = E$

$$A_{ист} = \Delta q \cdot E = (q_2 - q_1) \cdot E = (EC_1 - q_{общ})E = \left(3CE - \frac{3CE}{4}\right) \cdot E =$$
$$= \frac{9E^2C}{4}$$

$$A_{вн} = 0$$

$$W_1 = \frac{C_1 U_{C_1}^2}{2} + \frac{C_2 U_{C_2}^2}{2} = \frac{3C \cdot \left(\frac{E}{4}\right)^2}{2} + \frac{C \cdot \left(\frac{3E}{4}\right)^2}{2} = \frac{3CE^2}{32} + \frac{9CE^2}{32} =$$
$$= \frac{12CE^2}{32} = \frac{3CE^2}{8}$$

$$W_2 = \frac{C_1 \cdot E^2}{2} = \frac{3CE^2}{2} = \frac{12CE^2}{8}$$

$$\underline{Q = A_{ист} + W_1 - W_2 = \frac{9E^2C}{4}^{\cdot 2} + \frac{3CE^2}{8} - \frac{12CE^2}{8} = \frac{9CE^2}{8}} \text{ (Дж)}$$

3) После замыкания ключа ток в цепи уменьшается, а напряжение на конденсаторе C_1 увеличивается

$$E = U_{C_1} + U_{C_2} = U_{C_1} + U_R$$

$U_R = E - U_{C_1}$

Чистовик

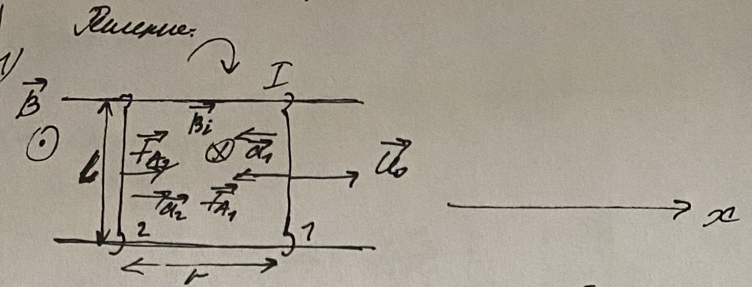
№4. (2)

Дано:
$L, m, R, \frac{m}{2}, 4R$, υ_0

1) a_2 - ?
2) υ_1, υ_2 при $t >> 0$ - ?
3) Δl при $t>>0$

Решение:

1)



После того, как перемычке 1 сообщили скорость υ_0, она стала перемещаться вправо, тем самым увеличивалась площадь, ограниченная 2-мя перемычками и проводящими рельсами, а значит и увеличивался магнитный поток через контур. ~~$\vec B_i \downarrow\uparrow \vec B$, и~~ из-за этого в контуре появляется индукционный ток, который по правилу Ленца направлен по часовой стрелке.

По 2-му закону Ньютона:
$$\sum \vec F = m\vec a$$

Для 2-ой перемычки:

$$OX:\ F_{A_2} = \frac{m}{2} a_2$$

$$F_{A_2} = BIL$$

$$I = \frac{\varepsilon}{5R}$$

$$|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{B(S_2 - S_1)}{\Delta t} = \frac{B(L(x+r) - L\cdot r)}{\Delta t} = \frac{B\cdot Lx}{\Delta t} = B\upsilon_0 L$$

$$I = \frac{B\upsilon_0 L}{5R} \Rightarrow F_{A_2} = \frac{BL\cdot B\upsilon_0 L}{5R} = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{5R}$$

$$\frac{B^2L^2\upsilon_0}{5R} = \frac{m}{2} a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{2B^2L^2\upsilon_0}{5mR}$$

2) ~~В какой-то момент времени скорости υ_0 будет недостаточно, чтобы перемычка 1 удалялась от перемычки 2, и тогда они будут приближаться друг к другу.~~

$$OX:\ \upsilon_1 = \upsilon_0 - a_1 t = \upsilon_0 - \frac{B^2L^2\upsilon_0}{5mR}t$$

$$OX:\ \upsilon_2 = a_2 t = \frac{2B^2L^2\upsilon_0 t}{5mR}, \text{ где } t>>0$$

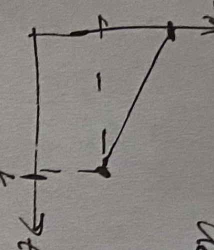
3) $$\Delta l = l_2 - l_1 = r + \upsilon_0 t + \frac{(a_2 - a_1)t^2}{2} - r = \upsilon_0 t + \frac{B^2L^2\upsilon_0 t^2}{10Rm}, \ t>>0$$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{2B^2L^2\upsilon_0}{5mR}$; 2) $\upsilon_1 = \upsilon_0 - \frac{B^2L^2\upsilon_0 t}{5mR}$; $\upsilon_2 = \frac{2B^2L^2\upsilon_0 t}{5mR}$, при $t>>0$

3) $\Delta l = \upsilon_0 t + \frac{B^2L^2\upsilon_0 t^2}{10mR}$, $t>>0$

21203406 (U827883 M1267813)

Черновик №1



$\frac{E}{R}$

$U_{C1} = \frac{q}{C_2} =$

$q = q_1 + \Delta q = \frac{3CE}{4} +$

$q_1 = q_2 = q_0$

$q = CU$

$q_{общ} = U_{общ} \cdot C_{общ}$

$U_{общ} = \frac{q_{общ}}{C_{общ}}$

$U_0 = \frac{q_0}{C_0} = \frac{q_0}{C_1} + \frac{q_0}{C_2}$

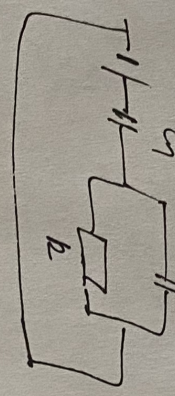
$\Delta l = l_2 - l_1 = v_0 t + \frac{B^2\ell^2 v_0 t^2}{10R}$

$l_1 = r$

$l_2 = r + v_0 t + \frac{(a_2 - a_1)t^2}{2} = r + v_0 t + \frac{\left(\frac{B^2\ell^2 v_0}{5R}\right)t^2}{2} = r + v_0 t + \frac{B^2\ell^2 v_0 t^2}{10R}$

$\frac{B^2\ell^2 v_0}{5R} = a$

$E = U_{C1} + U_R$



$U_{C1} = \frac{3CE}{4 \cdot C} = \frac{E}{4}$

$E = U_{C1} + U_{C2}$

$U_{C2} + U_R = 0$

U_{C1}

$\frac{12}{32} = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$

$U_{C2} =$
$= U_{C1} =$

$U_{C2} = \frac{q_2}{C_2} =$

U_R

$\frac{2U_R}{3} = \frac{3E}{4}$

$U_R = E - \left(\frac{E}{4} - \frac{U_R}{3}\right) =$
$= E - \frac{E}{4} + \frac{U_R}{3} = \frac{3E}{4} + \frac{U_R}{3}$

$U_{C1} + U_R = E$

$U_{C1} =$

$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$

$\frac{3CE}{4} = C_1 U_1 + C_2 U_2$

$\frac{3CE}{4} = 3CU_1 + CU_2$

$\frac{3E}{4} = 3U_1 + U_2$

$U_1 = \frac{\frac{3E}{4} - U_2}{3} = \frac{E}{4} - \frac{U_2}{3}$

$U_{C2} + U_{C1} = E$

$U_R + U_{C1} = E$

$W_{C1} = \frac{C_1 U_{C1}^2}{2}$

$W_{C1} = q_1 C_1$

$q_1 =$

$U_{C2} =$

$= q_2 \cdot C_2 =$

$\Phi = B \cdot S$

$U_{C2} = U_R$

$U_R = R\left(\frac{E}{R} - I_0\right) =$
$= E - I_0 R$

$I_{общ} = \frac{E}{R}$

$\frac{E}{R} = I_0 + I_R$

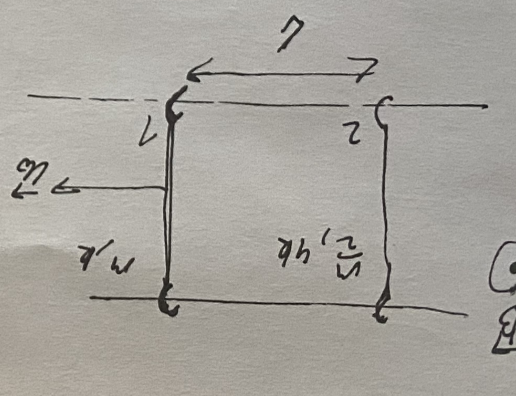
$I_R = \frac{E}{R} - I_0$

$v_2 = a_2 t = \frac{2B^2\ell^2 v_0}{5mR} t$

$v_1 = v_0 - a_1 t = v_0 - \frac{B^2\ell^2 v_0}{5mR} t$

$\Delta l = l_2 - l_1 =$

$\Delta q = \Delta\Phi$



$I = \frac{\varepsilon}{5R} = \frac{B\ell v_0}{5R}$

$a_1 = \frac{F_{A1}}{m} = \frac{B^2\ell^2 v_0}{5mR}$

При $v_0 =$

$\varepsilon = \frac{B(\Delta S)}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\ell \cdot x}{\Delta t} = B\ell v$

$S_2 - S_1 =$
$= \ell \cdot (x + L) - L \cdot \ell = \ell x$

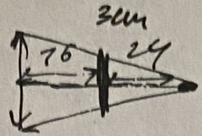
$I = \frac{B\ell v}{5R}$

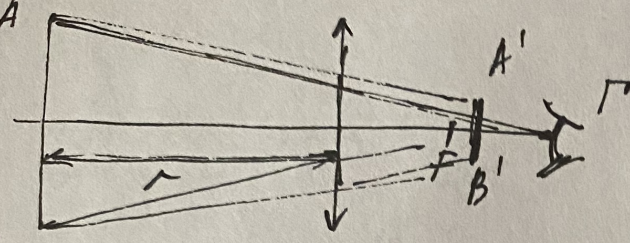
$F_A =$

$F_A = \frac{B^2\ell^2 v_0}{5R} = ma$

$I = \frac{\varepsilon}{5R} = \frac{B\ell v}{5R}$

Черновик





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

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{d} + \frac{1}{48}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1^{\cdot 4}}{12} - \frac{1}{48} = \frac{3}{48} = \frac{1}{16}$$

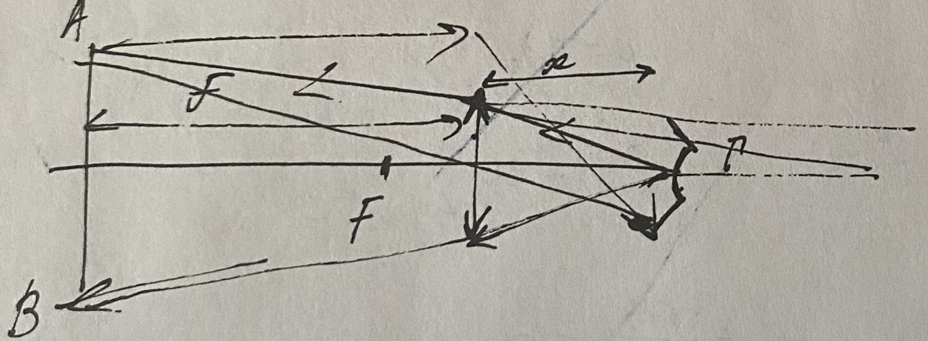
$d = 16$см

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} = 3$$

$$h = \frac{H}{3} = 3\text{см}$$

~~24~~ $\frac{40}{24} = \frac{D_m}{3}$

$$D_m = \frac{40 \cdot 3}{24} = 5\text{см}$$



Чистовик

№5.

Дано:

$F = 12$ см

$H = AB = 9$ см

$f = 48$ см

$L = 24$ см

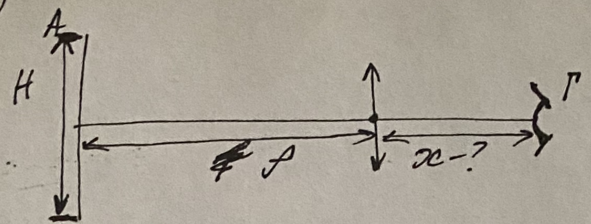
1) x – ?

2) $D_л$ – ?

3) ρ – ?

Решение:

1)



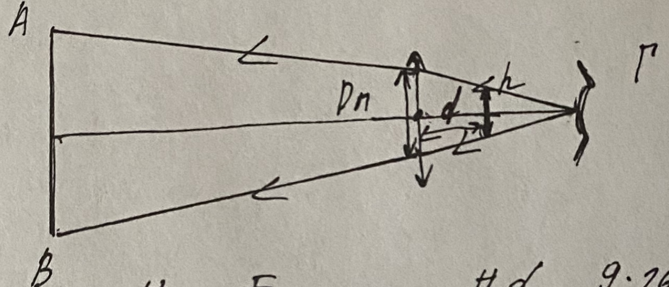
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{f - F}{f \cdot F}$$

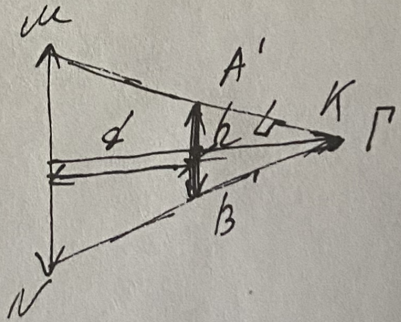
$$d = \frac{f \cdot F}{f - F} = \frac{48 \cdot 12}{36} = 16 \text{ см}$$

$$x = d + L = 40 \text{ см}$$

2)



$$Г = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} \Rightarrow h = \frac{Hd}{f} = \frac{9 \cdot 16}{48} = 3 \text{ см}$$ – диаметр циферблата часов с правой стороны от линзы



$\Delta MNK \sim \Delta A'B'K$ (по 2-м углам)

$$\frac{MN}{A'B'} = \frac{x}{L}$$

$$\frac{D_л}{h} = \frac{x}{L} \Rightarrow D_л = \frac{xh}{L} = \frac{40 \cdot 3}{24} = 5 \text{ см}$$

$D_л = 5$ см

3)