Часть 1

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

Шифр: **21202041**

ID профиля: **300168**

Вариант 1

Чистовик   Часть 1   Вариант 11-01

Решение

№2.

Дано:

ν

T_0

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

$i = 3$

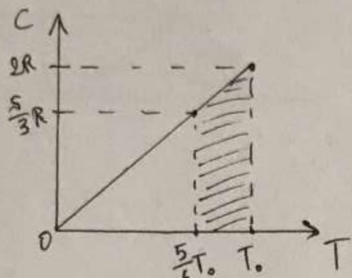
Найти:

1) $Q_1 = ?$ при уменьшении темп. от T_0 до $\frac{5}{6}T_0$

2) $T' = ?$

3) $A_{min} = ?$

1) Построим график зависимости $C(T) = 2R \cdot \frac{T}{T_0}$:



$$C\left(\frac{5}{6}T_0\right) = 2R \cdot \frac{\frac{5}{6}T_0}{T_0} = \frac{10}{6}R = \frac{5}{3}R$$

$$Q_1 = \Sigma\, C(T) \cdot \nu \cdot \Delta T = \nu \cdot (+S_{тр}), \text{ где}$$

$$S_{тр} = \frac{\frac{5}{3}R + 2R}{2} \cdot \frac{1}{6}T_0 = \frac{11}{6}R \cdot \frac{1}{6}T_0 = \frac{11}{36}RT_0$$

Тогда $Q_1 = \nu \cdot \frac{11}{36}RT_0$

$$Q_1 = \frac{11}{36}\nu RT_0$$

2) Для бесконечно малого промежутка времени можно сказать, что:

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

$$C(T) \cdot \nu \cdot dT = \frac{3}{2}\nu R dT + \delta A$$

$$\delta A = \frac{2\nu R}{T_0} \cdot T dT - \frac{3}{2}\nu R dT \quad (*)$$

Просуммируем данное $\delta A =$ соотношение$^{(*)}$ до произвольного момента:

$$\Sigma \delta A = \frac{2\nu R}{T_0} \cdot \Sigma T dT - \frac{3}{2}\nu R \cdot \Sigma dT$$

$$A = \frac{2\nu R}{T_0} \cdot \left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3}{2}\nu R \cdot (T - T_0)$$

$$A = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T^2 - \nu R T_0 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{3}{2}\nu R T_0$$

$$A = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T^2 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{1}{2}\nu R T_0$$ – функция парабола с ветвями вверх

то A_{min} достигается при $T' = T_в = \frac{-b}{2a}$

$$\boxed{T' = \frac{\frac{3}{2}\nu R}{\frac{2\nu R}{T_0}} = \frac{3\nu R \cdot T_0}{4\nu R} = \frac{3}{4}T_0}$$

3) $A_{min} = A(T') = A\left(\frac{3}{4}T_0\right)$

$$A_{min} = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{3}{4}T_0\right)^2 - \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 = \frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{9 \cdot T_0^2}{16} - \frac{9}{8}\nu R T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 =$$

$$= \frac{9}{16}\nu R T_0 - \frac{9}{8}\nu R T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 = \nu R T_0\left(\frac{9}{16} - \frac{9}{8} + \frac{1}{2}\right) = \nu R T_0\left(\frac{9 - 18 + 8}{16}\right) = -\frac{1}{16}\nu R T_0$$

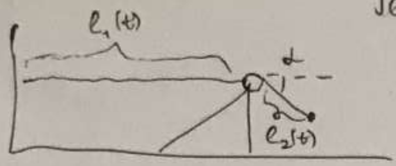
Ответ: 1) $Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$; 2) $T' = \frac{3}{4}T_0$; 3) $A_{min} = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

№1

Дано:

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

H



Найти:

1) $\beta = ?$
2) $a_к = ?$
3) $\frac{m}{M} = ?$
4) $\tau = ?$

Решение

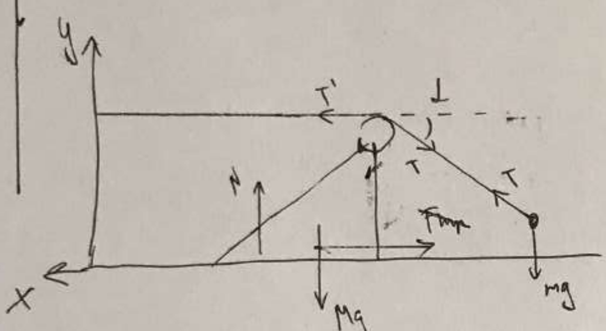
$l_1(t) + l_2(t) = const$

$l_1'(t) + l_2'(t) = 0$

$-v_к + v_ш = 0$

$v_к = v_ш$

$(v_к)' = (v_ш)' \Rightarrow a_к = a_ш$



2 ЗН: для клина:

y: $N - Mg - T\sin\alpha = 0$

x: $T' - T\cos\alpha - \cancel{F_{тр}} = M a_к$

для шарика:

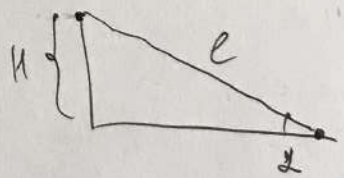
y: $T\sin\alpha - mg = m a_{шy}$

x: $T\cos\alpha = m a_{шx}$

1) $\beta = \alpha$

$\boxed{\cos\beta = \frac{3}{5}}$, т.к. шар движется по прямой

~~2)~~



$l = \frac{H}{\sin\alpha}$

$l = \frac{a_ш \cdot \tau^2}{2}$

$a_ш = \frac{v}{\tau}$

$\tau = \frac{v}{a_ш} = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1+\cos\alpha} \cdot a_ш}$

3) ЗСИ: для системы:

x: $0 = M v^* - m v \cdot \cos\alpha$

$M v = m v \cos\alpha$

$\boxed{\frac{m}{M} = \frac{1}{\cos\alpha} = \frac{5}{3}}$

4) ЗСЭ: для системы:

$mgH = \frac{(m+M)v^2}{2}$

$mgH = \frac{m(1+\cos\alpha)v^2}{2}$

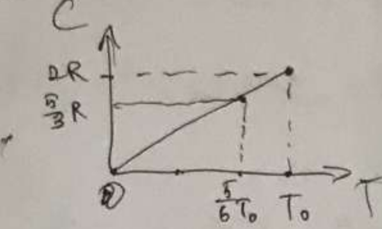
$v^2 = \frac{2mgH}{m(1+\cos\alpha)}$

$v = \sqrt{\frac{2gH}{1+\cos\alpha}}$

~~5) T' =~~

Ответ: 3) $\frac{m}{M} = \frac{5}{3}$; 1) $\cos\beta = \frac{3}{5}$

Чернови



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

$c\left(\frac{5}{6}T_0\right) = 2R \cdot \frac{5T_0}{6T_0} = \frac{2R \cdot 5}{6_3} = \frac{5}{3}R$

$\delta Q = c\,\nu\,\Delta T = \nu \cdot S_{тр}$

$\frac{5}{3} + \frac{6}{3} = \frac{11}{3}$

$S_{тр} = \frac{\frac{5}{3}R + 2R}{2} \cdot \frac{1}{6}T_0 = \frac{11}{6}R \cdot \frac{1}{6}T_0 = \frac{11}{36}R \cdot T_0$

$Q_1 = \nu R T_0 \cdot \frac{11}{36}$

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

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

$c\,\nu\,\Delta T = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + p\Delta V\ A$

$-\nu S_{тр} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + A$

$A = \nu\Delta T\left(c - \frac{3}{2}R\right)$

$A = -\nu S_{тр} - \frac{3}{2}\nu R \Delta T$

$A = \nu \Delta T\left(2R \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}R\right)$

$A = -\frac{1}{2}\nu \cdot \frac{2R}{2R} \cdot T_0 - \frac{3}{2}\nu R T_0 =$

$A = \nu\,\nu_1$

$= -\nu R T_0 - \frac{3}{2}\nu R T_0 = -\frac{5}{2}\nu R T_0$

$\frac{5}{3} + \frac{6}{3}$

$A = c\,\nu\, dT - \frac{3}{2}\nu R\, dT$ (1)

$A = Q - \Delta U$

$A = 2R \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \nu\, dT - \frac{3}{2}\nu R\, dT$

$\frac{17 - 18}{16} =$

$A = \frac{2\nu R}{T_0} \cdot T\, dT - \frac{3}{2}\nu R\, dT$ (*)

$A_{min} = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$

$\frac{9}{16} - \frac{9}{8} + \frac{1}{2}$

$A_{min} = \frac{\nu R}{T_0}\left(T^2 - T_0^2\right) - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$

$\frac{9 - 18 + 8}{16} = -\frac{1}{16}$

$A_{min} = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T^2 - \frac{\nu R}{T_0} \cdot T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{3}{2}\nu R T_0$

$\frac{2RT\nu\, dT}{T_0}$

$A_{min} = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T^2 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{1}{2}\nu R T_0$

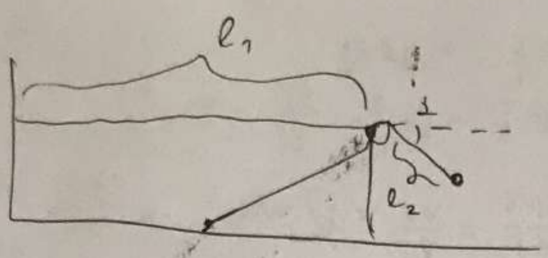
$\frac{2\nu R}{T_0} T\, dT$ при $T = \frac{-b}{2a} = \frac{\frac{3}{2}\nu R \cdot T_0}{2\nu R} = \frac{3}{4}T_0$

$A_{min} = \frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{9}{16}T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 =$

$\frac{9}{16}\nu R T_0 - \frac{9}{8}\nu R T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

1

Черновик



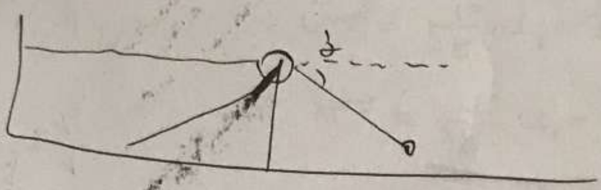
$$l_1 + l_2 = const$$

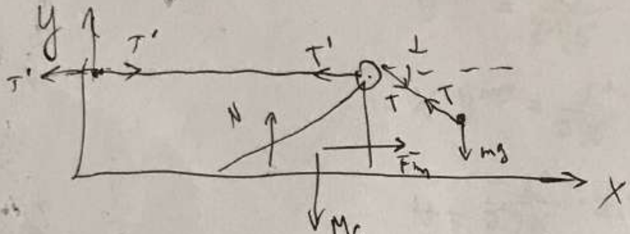
$$l_1' + l_2' = 0$$

$$-v_м + v_ш = $$

$$(v_ш)' = (v_м)'$$

$$a_ш = a_м$$





для клина: $y: N - Mg - T \cdot \sin\alpha = 0$ $\quad N = Mg + T\sin\alpha$

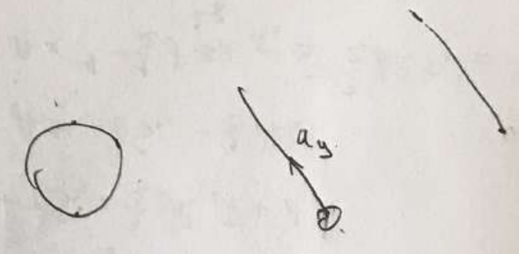
$X: \mu N - T' = Ma_x$ $\quad \cancel{\mu(Mg} \; \mu Mg + \mu T\sin\alpha - T' = Ma_x$

μMg

для шарика: $T\sin\alpha - mg = ma_{шy}$

$$-T\cos\alpha = ma_{шx}$$

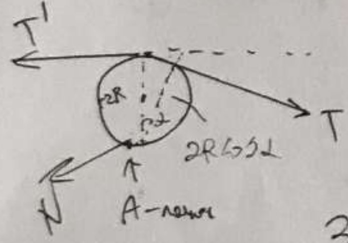
$$T = \frac{-ma_{шx}}{\cos\alpha}$$



$$A_{тр} = mgH - \left(\frac{MV^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \cancel{mgy}\right)$$

для системы: $X: -T' + F_{тр} = M$

$\cancel{g:}$ $y:$



$$T' \cdot \cancel{2R} = \cancel{2R} \cdot \cos\alpha \cdot T$$

$$T' = T \cdot \cos\alpha$$

ЗСИ: $0 = M \cdot V - mv\cos\alpha$

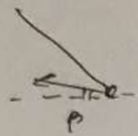
$$MV = mv\cos\alpha$$

$$\frac{m}{M} \quad \cos\alpha = \frac{M}{m}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{\cos\alpha}$$

2

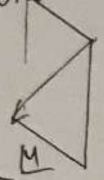
для шина: X: ~~Tcos α~~ $T' - F_{тр} - T\cos\alpha = Ma_к$ Черновик



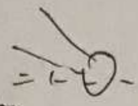
$T\cos\alpha = ma_ш\cos\beta$

y: $T\sin\alpha - mg = ma_ш\sin\beta$

$m = \frac{M}{\cos\alpha}$



$v_ш = v_н + v_{от}$



X: $T\cos\alpha = ma_ш\cos\beta$

$tg\beta = \frac{T\sin\alpha - mg}{T\cos\alpha}$

$\cos\alpha = \frac{M}{m}$

$T - \sin\alpha\, mg = \frac{v_{от}^2}{}$

$v_{от}$

$T' - T\cos\alpha = Ma_к$

y: $N - Mg - T\sin\alpha = 0$

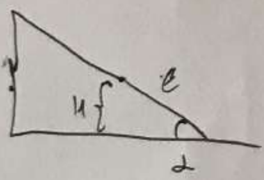
$T' - T\cos\alpha - \mu N = Ma_к$

ЗСЭ: $mgH = \frac{(m+M)v^2}{2}$

$mgH + \frac{(m + {}^{M}m\cos^2\alpha)v^2}{2}$

$a_к =$

$v^2 = \sqrt{\frac{2mgH}{m(1+\cos)}} \neq$



$\sin\alpha = \frac{H}{l}$

$l = \frac{H}{\sin\alpha}$

черновик

$x: -T' + F_{тр} = M a_{кx} + m a_{шx}$

$F_{тр} = M a_{кx} + m a_{шx} + T'$

4

~~3~~

Часть 2

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

Шифр: **21202041**

ID профиля: **300168**

Вариант 1

№3

Дано:

$C_2 = C$

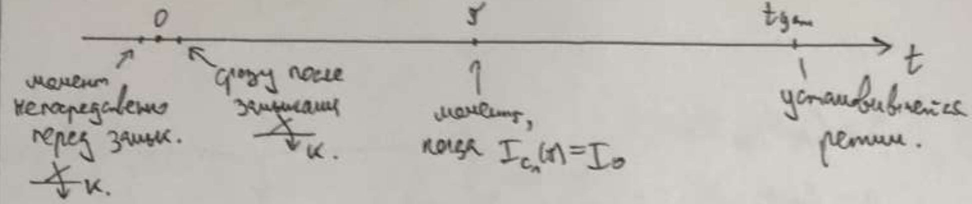
$C_1 = 2C$

1) $I_R(0) = ?$

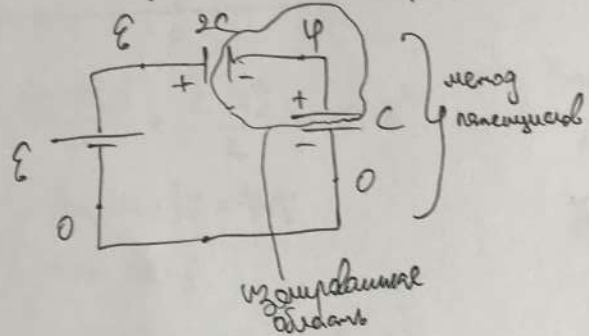
2) $Q = ?$

3) $I_R(\tau)$, когда $I_{C_1} = I_0$

Решение.



0) Рассмотрим момент перед замыканием ключ.



По закону сохранения заряда:

$$0 = -2C(\varepsilon - \varphi) + C(\varphi - 0)$$

$$2C\varepsilon - 2C\varphi = C\varphi \quad |:C$$

$$2\varepsilon - 2\varphi = \varphi$$

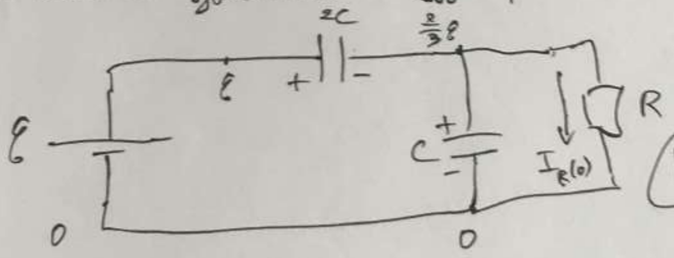
$$2\varepsilon = \varphi \cdot 3$$

$$\varphi = \frac{2}{3}\varepsilon$$

$$U_{C_1}(0) = \varepsilon - \varphi = \frac{1}{3}\varepsilon$$

$$U_{C_2}(0) = \varphi - 0 = \frac{2}{3}\varepsilon$$

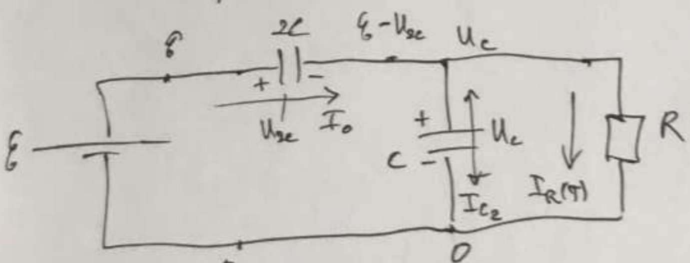
1) Рассмотрим момент сразу после замыкания ключ. Напряжения на конденсаторах скачком не изменятся и будут равны $U_{C_1}(0)$ и $U_{C_2}(0)$.



$$I_R(0) = \frac{\frac{2}{3}\varepsilon}{R} = \frac{2\varepsilon}{3R}$$

$$W(0) = \frac{C_1 \cdot U_{C_1}^2(0)}{2} + \frac{C_2 \cdot U_{C_2}^2(0)}{2} = \frac{2C \cdot \frac{1}{9}\varepsilon^2}{2} + \frac{C \cdot \frac{4}{9}\varepsilon^2}{2} = \frac{1}{9}C\varepsilon^2 + \frac{2}{9}C\varepsilon^2 = \frac{1}{3}C\varepsilon^2$$

2) Рассмотрим момент τ, когда $I_{C_1}(\tau) = I_0$:



$$I_0 + I_{C_2} = I_R(\tau)$$

$$U_C = \varepsilon - U_{2C}$$

$$(U_C)' = (\varepsilon - U_{2C})' \Rightarrow U_C' = -U_{2C}'$$

$$I_{2C} = 2C \cdot U_{2C}'$$

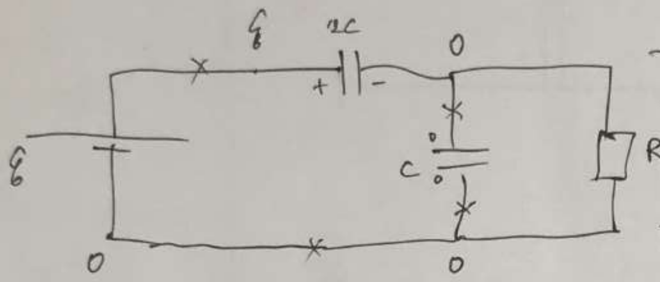
$$I_C = -C U_C' = C U_{2C}'$$

$$\Rightarrow I_{2C} = 2 I_C$$

$$I_{C_2} = I_C = \frac{1}{2} I_0$$

Тогда $I_R(\tau) = I_0 + I_{C_2} = I_0 + \frac{1}{2} I_0 = \frac{3}{2} I_0$

3) Рассмотрим момент $t=t_{уст}$. $U_{c_1}=const$, $U_{c_2}=const$, то ток через конденсаторы не течет, тогда тока через R тоже нет.

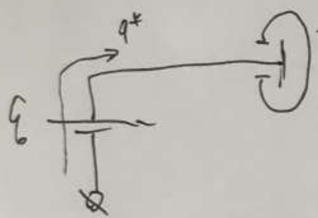


метод потенциалов

$U_{c_1}(t_{уст}) = U_{2c}(t_{уст}) = \mathcal{E}$

$U_{c_2}(t_{уст}) = 0$

$$W(t_{уст}) = \cancel{W}\ \frac{2C\cdot(U_{2c})^2}{2} + \frac{C\cdot(U_c)^2}{2} = C\cdot\mathcal{E}^2$$



– был $2C\cdot\frac{1}{3}\mathcal{E} = \frac{2}{3}C\mathcal{E}$

– стал $2C\cdot\mathcal{E}$

$$q^* = 2C\mathcal{E} - \frac{2}{3}C\mathcal{E} = \frac{4}{3}C\mathcal{E}$$

$$A_б = \mathcal{E}\cdot q^* = \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2$$

Запишем ЗСЭ:

$$A_б = W(t_{уст}) - W(0) + Q$$

$$\frac{4}{3}C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{3}C\mathcal{E}^2 + Q$$

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

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

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

№1

Дано:

B

L

m, R

$2m, 2R$

v_0

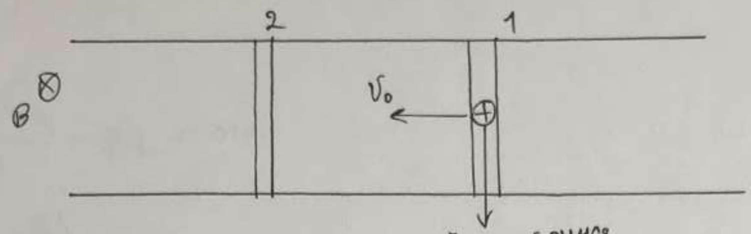
S_0

1) $a_2 = ?$

2) $v_1, v_2 = ?$

3) $S = ?$

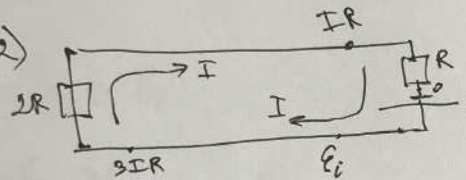
Решение.



1) После сообщения скорости v_0 в перемычке 1 возникает ~~наимнимее~~

$\mathcal{E}_i = B v_0 L$

2)

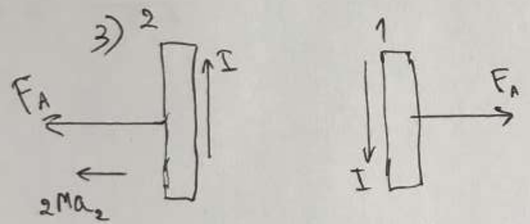


} метод потенциалов

$\mathcal{E}_i = 3IR$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{3R} = \frac{B v_0 L}{3R}$

3)



$F_A = IBL$

$F_A = \frac{B v_0 L}{3R} \cdot B \cdot L = \frac{B^2 L^2 \cdot v_0}{3R}$

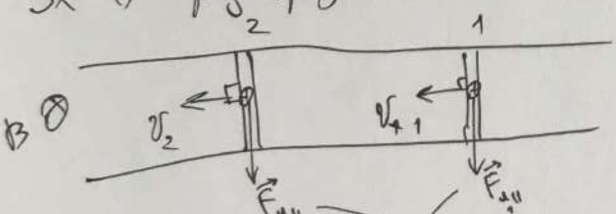
2 ЗН:

$\vec{F}_A = 2m \cdot \vec{a}_2$

$F_A = 2ma_2$

$\Rightarrow \quad a_2 = \frac{F_A}{2m} = \frac{B^2 L^2 \cdot v_0}{3R \cdot 2m} = \frac{B^2 L^2 \cdot v_0}{6mR}$

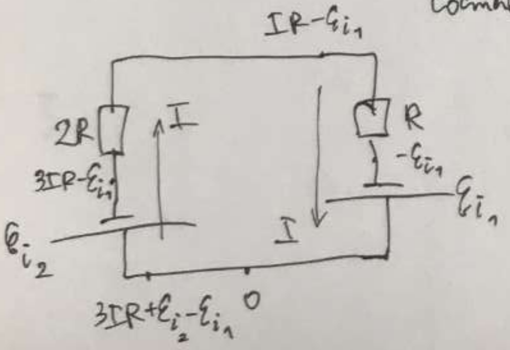
~~3)~~ 4) Через продолжительной промежуток времени:



$\mathcal{E}_{i_1} = B v_1 \cdot L$

$\mathcal{E}_{i_2} = B v_2 L$

~~$v_1 = 0$~~.



$3IR + \mathcal{E}_{i_2} - \mathcal{E}_{i_1} = 0$

$3IR = \mathcal{E}_{i_1} - \mathcal{E}_{i_2}$

$I = \frac{\mathcal{E}_{i_1} - \mathcal{E}_{i_2}}{3R}$

чистовик

$$F_A = IBL$$

$$F_A = ma$$

$$\frac{\varepsilon_{i_1} - \varepsilon_{i_2}}{3R} \cdot BL = ma$$

$$\frac{B^2L^2(v_1 - v_2)}{3R} = ma$$

$$\frac{B^2L^2}{3R} \cdot v_{отн} = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \Big| \cdot \Delta t$$

$$\frac{B^2L^2}{3R} \cdot \cancel{\Sigma} v_{отн} \Delta t = m \cdot \Delta v$$, просуммируем

$$\frac{B^2L^2}{3R} \cdot S = m v_2$$

$$S = \frac{m v_2 \cdot 3R}{B^2L^2}$$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{B^2L^2 \cdot v_0}{6mR}$

Чистовик Часть 2 Вар 11-01

Решение

№5

Дано:

$F = 9$ см

$H = 9$ см

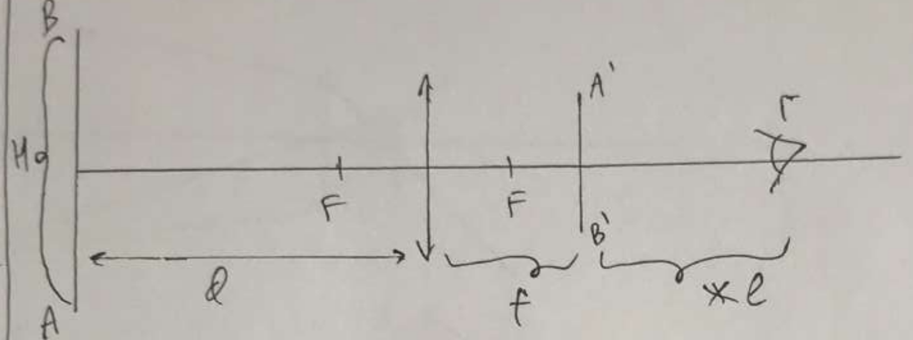
$d = 36$ см

$l = 24$ см

1) $x = ?$

2) $D_м = ?$

3) $\Delta = ?$

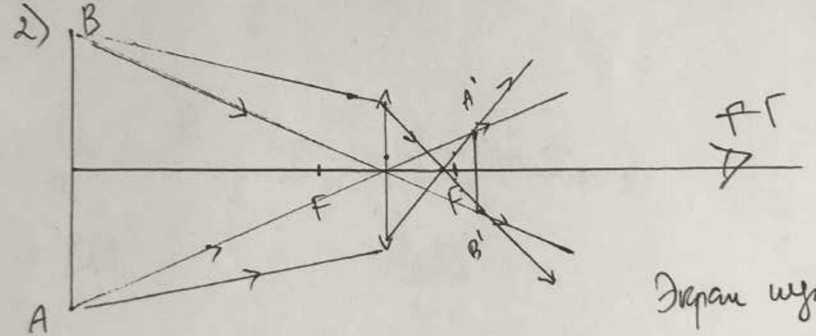


1) По формуле тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow$

$$f = \frac{dF}{d-F}$$

$$x = f + l = \frac{dF}{d-F} + l \;;\; \boxed{x = \frac{36\text{ см}\cdot 9\text{ см}}{36\text{ см} - 9\text{ см}} + 24\text{ см} = 36\text{ см}}$$

2)



$$\boxed{Г = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} = \frac{9\text{ см}}{36\text{ см} - 9\text{ см}} = \frac{9\text{ см}}{27\text{ см}} = \frac{1}{3}}$$

Экран нужно поместить в точку пересечения лучей, пущенных от вершин краев предмета, на главной оптической оси.

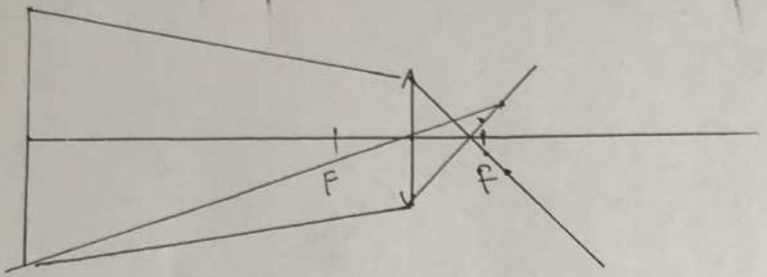
h − диаметр изображения

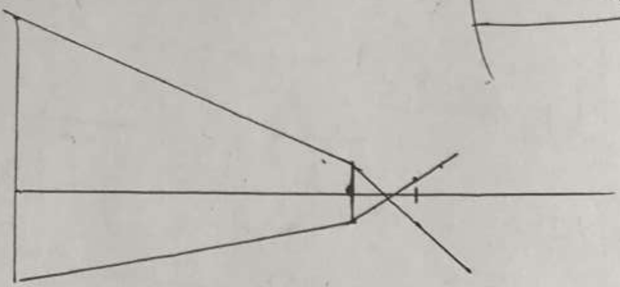
$h = Г \cdot H = 3$ см.

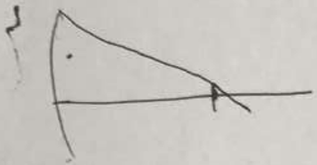
Ответ: 1) 36 см

5

Черновик







$$tg\,\alpha = \frac{H}{f} \quad h$$

$$\cancel{h} \quad tg\,\beta = \frac{h}{\Delta} = \quad \beta$$

$$I_0 + \frac{1}{2} I_0 = I_{R}(J)$$

$$\frac{3}{2} I_0$$

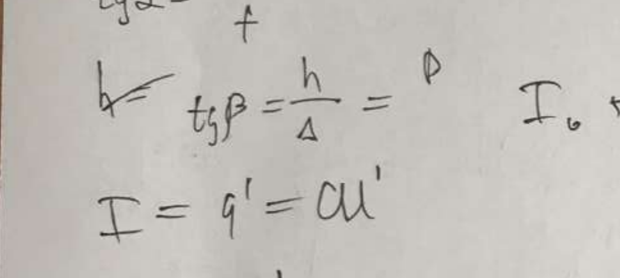
$$I = q' = CU'$$

$$I_{C2} = CU'_{C2} \Rightarrow \frac{I_{C2}}{I_{C1}} = \frac{U'_{C2}}{2U'_{C1}} \qquad I_C =$$

$$I_{C1} = 2CU'_{C1}$$

$$I_{C2} = CU'_{C2} = C \cdot U'_R = C(I_R R)' = CR \cdot I'_R$$

$$\cancel{I_R = U}$$



$$(\mathcal{E} - U_{\mathcal{E}})' = (U_C)'$$

$$0 - U'_{\mathcal{E}} = U'_C$$

$$-U'_{\mathcal{E}} = U'_C$$

$$I_{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \cdot U'_{\mathcal{E}}$$

$$I_C = -C \cdot U'_C = CU'_{\mathcal{E}}$$

1