Часть 1

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

Шифр: **21200230**

ID профиля: **320870**

Вариант 7

Чистовик

3) 2ЗН: для шарика: Y: $T_2 \cos\beta - mg = -m a_{отн2}$

X: $T_2 \sin\beta = m a_{кл}$

2ЗН: для бруска: Z: $T_1 - \frac{1}{2} mg \sin\alpha = \frac{1}{2} m a_{отн1}$

$T_1 = T_2 = T$

! $\sin\alpha = \frac{12}{13}$

$\sin\beta = \frac{4}{5}$

$$\begin{cases} T\cos\beta - mg = -m a_{отн2} \quad (1) \\ T\sin\beta = m a_{кл} \quad \Rightarrow a_{кл} = \frac{T\sin\beta}{m} \\ T - \frac{1}{2} mg\sin\alpha = \frac{1}{2} m a_{отн1} \end{cases}$$

$a_{отн1} = \frac{2T}{m} - g\sin\alpha$

! $a_{отн2} = \frac{a_{отн1}}{\cos\beta} = \frac{\frac{2T}{m} - g\sin\alpha}{\cos\beta} = \frac{2T - mg\sin\alpha}{m\cos\beta}$

~~Tcosβ~~ Подставим все в (1): $T\cos\beta - mg = -\cancel{m}\frac{2T - mg\sin\alpha}{\cancel{m}\cos\beta}$

$T\cos^2\beta - mg\cos\beta = -2T + mg\sin\alpha$

$T(\cos^2\beta + 2) = mg(\cos\beta + \sin\alpha)$

$T = mg\frac{\cos\beta + \sin\alpha}{\cos^2\beta + 2} = mg\frac{\frac{12}{13} + \frac{3}{5}}{\frac{9}{25} + 2} = mg\frac{\frac{60+39}{13\cdot5}}{\frac{59}{25}}$

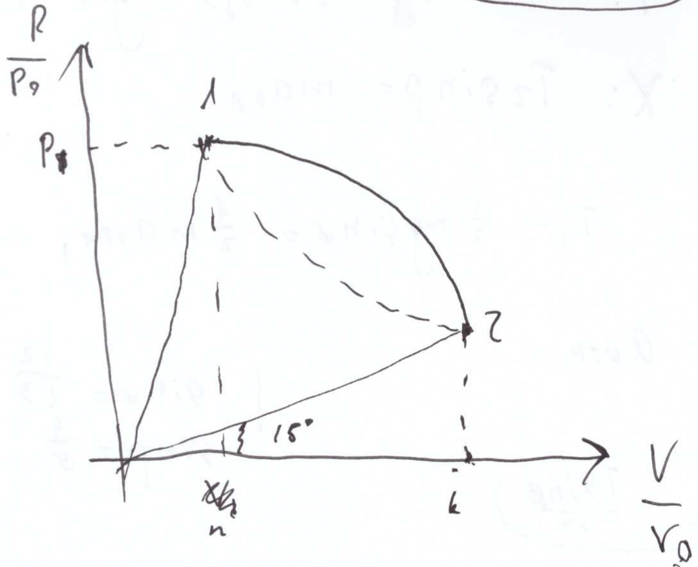
$\underline{T} = mg\frac{\frac{99}{13\cdot5}}{\frac{59}{25}} = \frac{99\cdot5}{13\cdot59}mg \Rightarrow a_{кл} = \frac{\frac{99\cdot5}{13\cdot59}mg\cdot\frac{4}{5}}{m}$

$\left(a_{кл} = g\frac{99\cdot4}{13\cdot59} = \frac{396}{767}g\right)$

$a_{отн2} = \frac{2T - mg\sin\alpha}{m\cos\beta} = \frac{2\cdot\frac{99\cdot5}{13\cdot59}mg - mg\frac{12}{13}}{m\cdot\frac{3}{5}} = g\frac{\frac{282}{13\cdot59}}{\frac{3}{5}}$ 59

$\left(a_{отн2} = g\frac{282\cdot5}{13\cdot59\cdot3} = \frac{94\cdot5}{13\cdot59}g = \frac{470}{767}g\right)$

Черновик

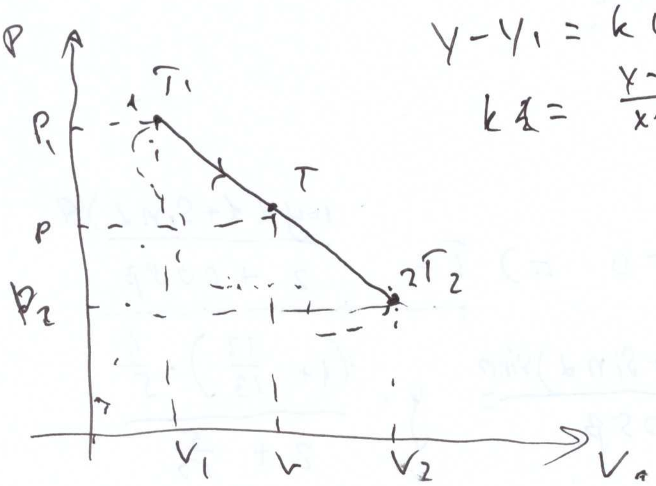


$$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = R^2$$

$$k = R \cdot \cos 15^\circ$$

$$V_2 = V_0 k = R \cdot \cos 15^\circ$$

$$y_1 = kx + b$$
$$y_1 = kx_1 + b$$



$$y - y_1 = k(x - x_1)$$

$$k = \frac{y - y_1}{x - x_1}$$

$$C = \frac{\delta Q}{\nu(T_1 - T_2)}$$

$$p'V' = \nu RT$$

$$Q(T) = \Delta U + Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{1}{2}(p_1 + p)(V - V_1)$$

$$= \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{1}{2}(p_1 V + pV - p_1 V_1 - pV_1)$$

$$pV = \nu RT \qquad \frac{pV}{p_1 V_1} = \frac{T}{T_1}$$
$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{V_2 - V_1}{p_1 - p_2} = \frac{V_0^2}{p_0^2}\,\frac{p_1 + p_2}{V_2 + V_1}$$

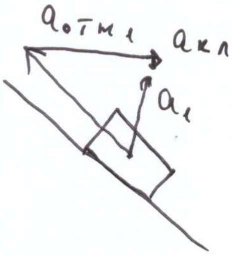
$$\cancel{\frac{V_2 - V}{P_1}} \qquad \frac{V_2 - V}{p - p_2} = k\,\frac{p + p_2}{V_2 + V}$$

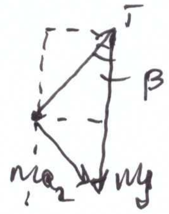
$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$$

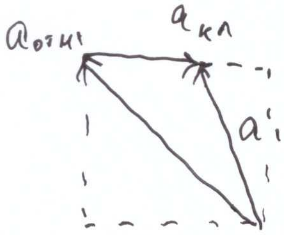
$$\frac{(p_1 - p_2)(p_1 + p_2)}{p_0^2} = \frac{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)}{V_0^2}$$

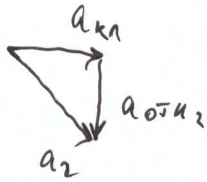
$$Q(T) = \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V + pV - p_1 V_1 - pV_1$$

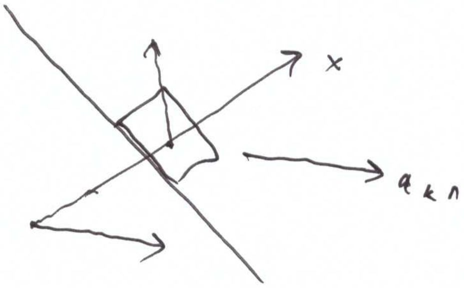
Черновик











$$\frac{\frac{\cancel{25}^{5}\cdot 4}{13\cdot 5}}{\frac{31}{13}} = \frac{20}{31}g$$

$$T\left(\frac{9}{25}+2\right) = mg\left(\frac{3}{5}^{\backslash 13} + \frac{12}{13}^{\backslash 5}\right) = \frac{39+60}{}$$

$$T\left(\frac{59}{25}\right) = mg\,\frac{99}{5\cdot 13}$$

$$T = \frac{99\cdot 5}{58\cdot 13}$$

Чистовик

4) $a_{отн_1} = \cancel{a_{отн}} \; a_{отн_2} \cdot \cos\beta$

$\left(a_{отн_1} = \frac{470}{767} g \cdot \frac{3}{5} = \frac{282}{767} g \right)$

5) $a_{отн_2} = const \Rightarrow$ верн РУД

$H = \frac{a_{отн_2} \cdot \tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн_2}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{470}{767} g}}$

$\left(\tau = \sqrt{\frac{767 H}{235 g}} \right)$

Ответ: 1) $a_{кл} = \frac{396}{767} g$, где $g \approx 10 \frac{м}{с^2}$

2) $a_{отн_1} = \frac{282}{767} g$

3) $\tau = \sqrt{\frac{767 H}{235 g}}$

Чистовик

№1

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$

m

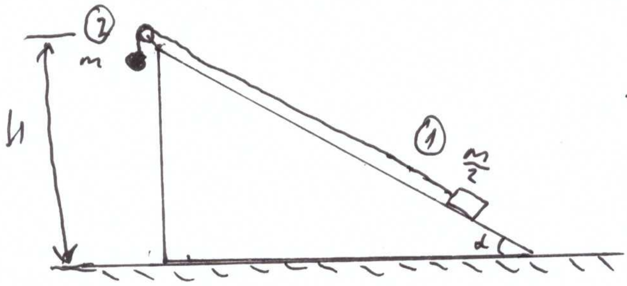
$\cos\beta = \frac{3}{5}$

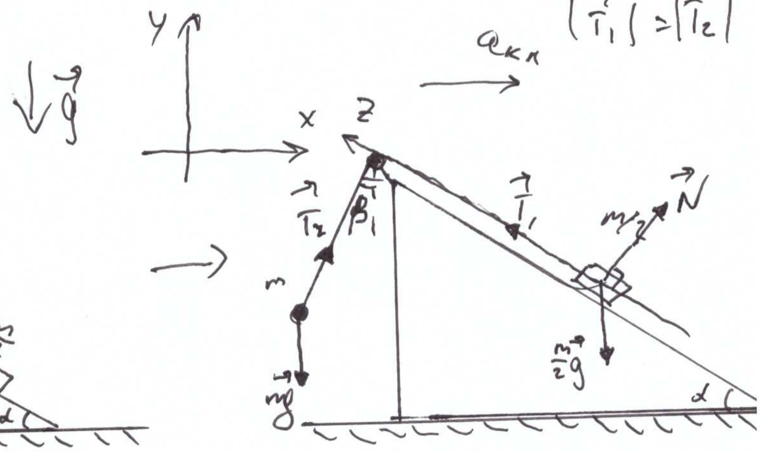
H

1) $a_{кл} = ?$

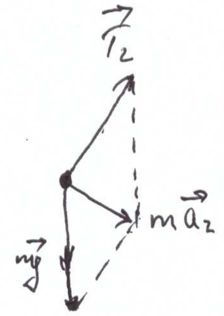
2) ~~…~~ $a_{отн2} = ?$

3) $T = ?$

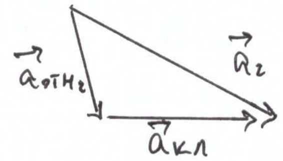




1) • Для шарика: 2ЗН: $\vec{T}_2 + m\vec{g} = m\vec{a}_2$

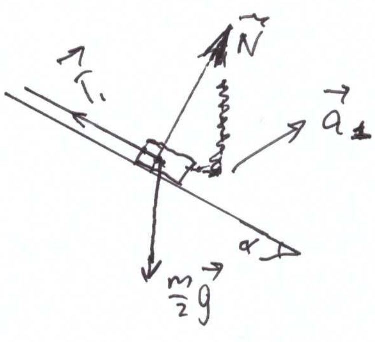


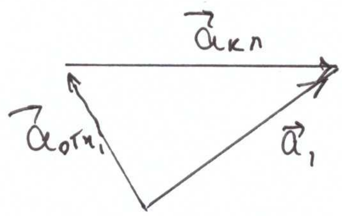
ЗСУ: $\vec{a}_2 = \vec{a}_{кл} + \vec{a}_{отн2}$



• Для бруска: 2ЗН: $\vec{N} + \frac{1}{2}m\vec{g} + \vec{T}_1 = m\vec{a}_1$

ЗСУ: $\vec{a}_1 = \vec{a}_{кл} + \vec{a}_{отн1}$





2) $\vec{a}_{отн1}$ — направлен вдоль клина.

$\vec{a}_{отн2}$ — направлен вертикально вниз.

~~При этом $a_{отн1} = a_{отн2}$, т.к нить нерастяжима.~~

При этом проекции отн. ускорений на нить равны:

$a_{отн1} = a_{отн2}\cos\beta$

№2

Чистовик

Q₂₁ ≈ 0

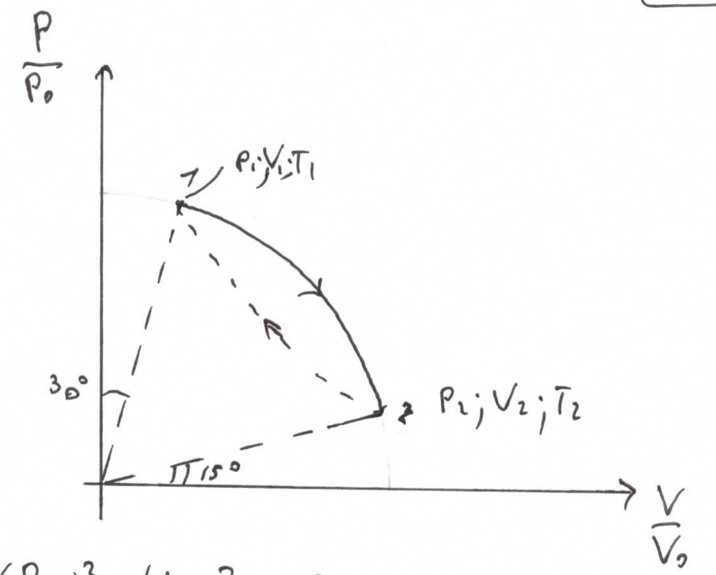
$Q_{21} \approx 0$

$i = 3$

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = ?$

2) $\nu = ?$, при $C = 0$

3) $\eta = ?$



1) $$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = R^2$$ R – радиус окружности.

$$\left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 = R^2$$

$$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$$

$$\frac{(P_1 - P_2)(P_2 + P_1)}{P_0^2} = \frac{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)}{V_0^2}$$

$$\frac{V_2 - V_1}{P_1 - P_2} = \frac{P_0^2}{V_0^2} \; \frac{P_1 + P_2}{V_2 + V_1}$$; пусть $k = \left(\frac{P_0}{V_0}\right)^2 = const$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

2) $\frac{P_1}{P_0} = R\cos 30°$; $\frac{V_1}{V_0} = R\cos 60°$

$\frac{V_2}{V_0} = R\cos 15°$; $\frac{P_2}{P_0} = R\cos 75°$

21200230 (U320870 M1263711)

Часть 2

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

Шифр: **21200230**

ID профиля: **320870**

Вариант 7

Чистовик

Вариант 11-07

№ 3

$\mathcal{E}, L, R$

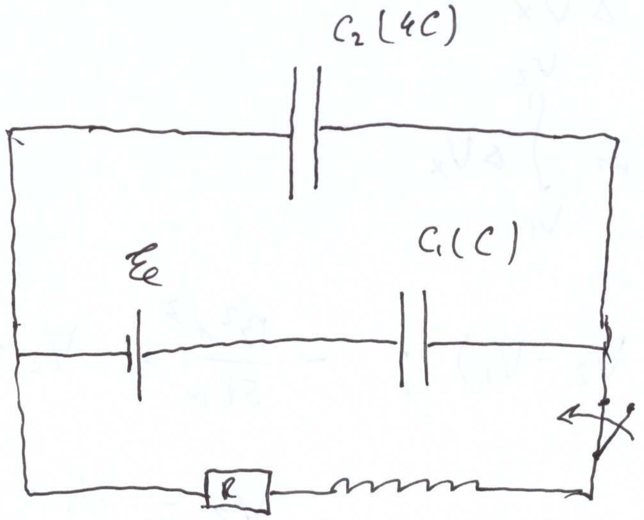
$C_1 = C$

$C_2 = 4C$

1) $I'(0) = ?$

2) $Q = ?$

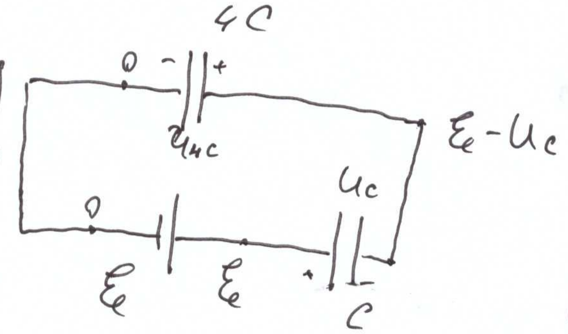
3) $I_R = ?$, когда $I_{C_1} = I_0$



~~0) Рассмотрим цепь в нач. момент времени~~

0) Рассмотрим цепь до замыкания.

метод узл. потенциалов.



• Цепь находится в уст. состоянии $\Rightarrow I = 0$

Заряды на конд. равны, т.к послед. соединение.

$q_C = q_{4C} = U_C \cdot C = U_{4C} 4C$

$U_C = 4U_{4C} \Rightarrow \underline{U_{4C} = \frac{U_C}{4}}$

~~$4U_{4C} = \mathcal{E} - U_C - 0 = U_C$~~

~~$U_C = \frac{1}{2}\mathcal{E}$~~

~~U_{4C}~~

$U_{4C} = \mathcal{E} - U_C = \frac{U_C}{4}$

$\mathcal{E} = \frac{5}{4} U_C$

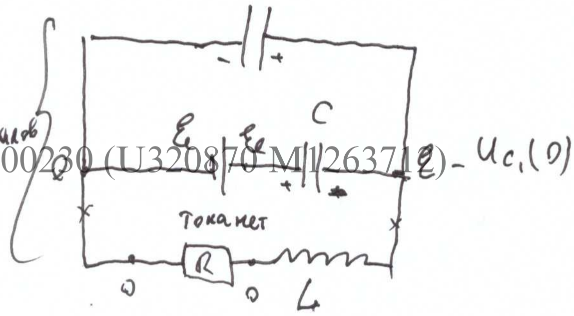
$\left(U_C = \frac{4}{5}\mathcal{E}\right)$

$\left(U_{4C} = \frac{1}{5}\mathcal{E}\right)$

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания: Ток и напряж. скачком не меняются

$U_{C_1}(0) = U_C = \frac{4}{5}\mathcal{E}$; $U_{C_2}(0) = U_{4C} = \frac{1}{5}\mathcal{E}$; $I_L(0) = 0$

метод потенциалов



21200230 (U320870 M 1263712)

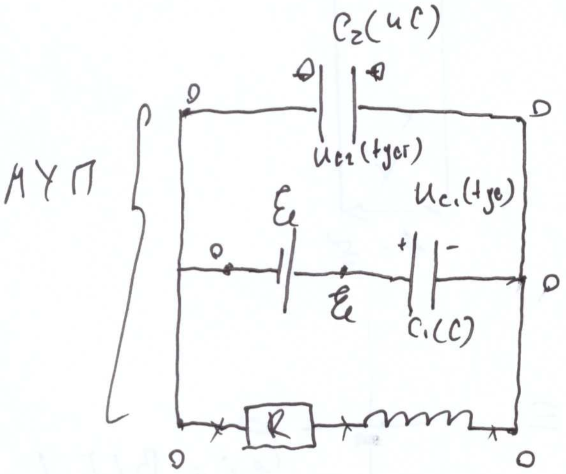
$U_L(0) = \mathcal{E} - U_{C_1}(0) - 0 = \mathcal{E} - \frac{4}{5}\mathcal{E} = \frac{1}{5}\mathcal{E}$

$U_L(0) = L I'(0) \Leftrightarrow I'(0) = \frac{\mathcal{E}}{5L}$

Черновик

2) Рассмотрим цепь в уст. ~~состоянии~~ режиме.

$I_{C_1}(t_{уст}) = 0$; $I_{C_2}(t_{уст}) = 0$; $U_L(t_{уст}) = 0$



Если тока нет через C_1 => $I_L(t_{уст}) = 0$ => $I_R(t_{уст}) = 0$

$U_{C_1}(t_{уст}) = \mathcal{E} - 0 = \mathcal{E}$

$U_{C_2}(t_{уст}) = 0 - 0 = 0$

$$W(t_{уст}) = \frac{C_1 U_{C_1}^2(t_{уст})}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

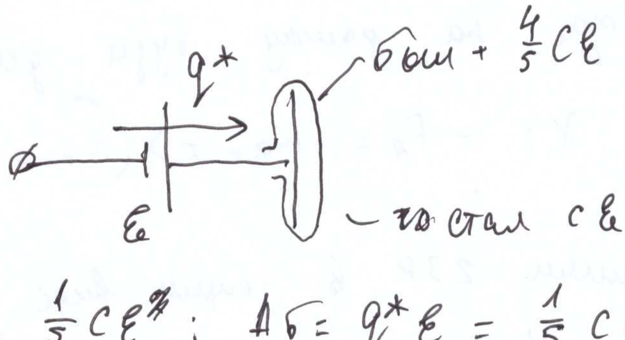
! $$W(0) = \frac{4C \cdot U_{C_2}^2(0)}{2} + \frac{C \cdot U_{C_1}^2(0)}{2} = \frac{4C \cdot \frac{1}{25}\mathcal{E}^2}{2} + \frac{C \cdot \frac{16}{25}\mathcal{E}^2}{2} =$$

$$= \frac{2C\mathcal{E}^2}{25} + \frac{8C\mathcal{E}^2}{25} = \frac{10C\mathcal{E}^2}{25}$$ — энергия в нач. мом. времени.

3) Рассмотрим процесс от $t = 0$ до $t = t_{уст}$.

ЗСЭ: $A_б = Q + \Delta W$

$$\Delta W = W(t_{уст}) - W(0) = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{10C\mathcal{E}^2}{25} = \frac{5}{50}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{10}C\mathcal{E}^2$$

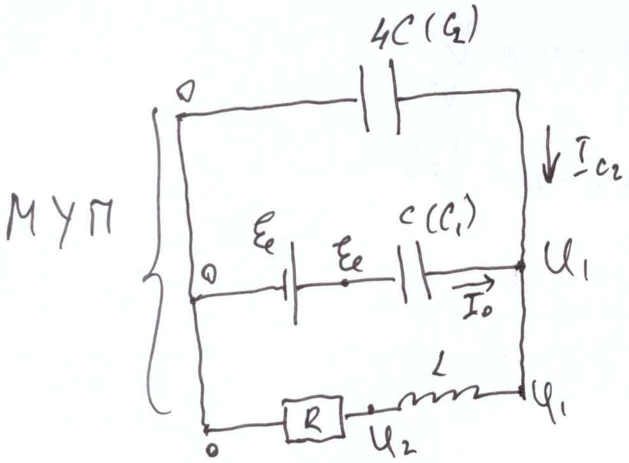


$q^* = \frac{1}{5}C\mathcal{E}$; $A_б = q^*\mathcal{E} = \frac{1}{5}C\mathcal{E}^2$

21200230 (U320870 M1263712)

$A_б = Q + \Delta W$ => $Q = A_б - \Delta W = \frac{1}{5}C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{10}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{10}C\mathcal{E}^2$

4) Рассмотрим цепь, когда $I_{C_1} = I_0$ $(t=\tau)$ $\boxed{\text{Чистовик}}$



$$I_0 = I_{C_1} = q'_{C_1} = (C_1 U_{C_1})' = C(\mathcal{E}-\varphi_1)' =$$

$$= -C\varphi_1' \Rightarrow \varphi_1' = -\frac{I_0}{C}$$

$$I_{4C} = I_{C_2} = q'_{C_2} = (4C\cdot U_{C_2})' =$$

$$= 4C\cdot\varphi_1'$$

$$I_{4C} = 4C\cdot\left(-\frac{I_0}{C}\right) = -4I_0$$

⊖ Значит ток I_{C_2} будет идти вниз, тогда в катушку и ~~сопрот.~~ резистор будет идти ток равный $I_0 + 4I_0 = 5I_0 \Rightarrow I_R = 5I_0$

Ответ: 1) $I'(0) = \frac{\mathcal{E}}{5L}$

2) $Q = \frac{1}{10}C\mathcal{E}^2$

3) $I_R = 5I_0$

№4

Чистовик

m, d, V_0, B

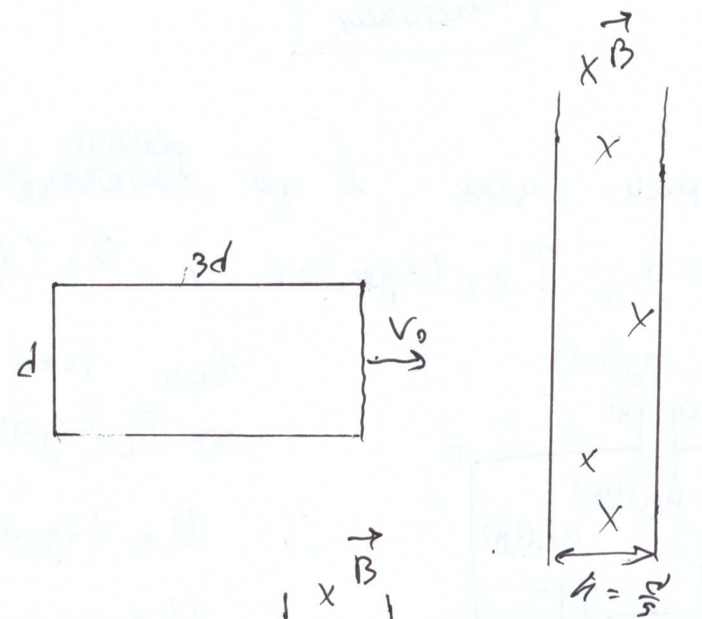
$b = 3d$

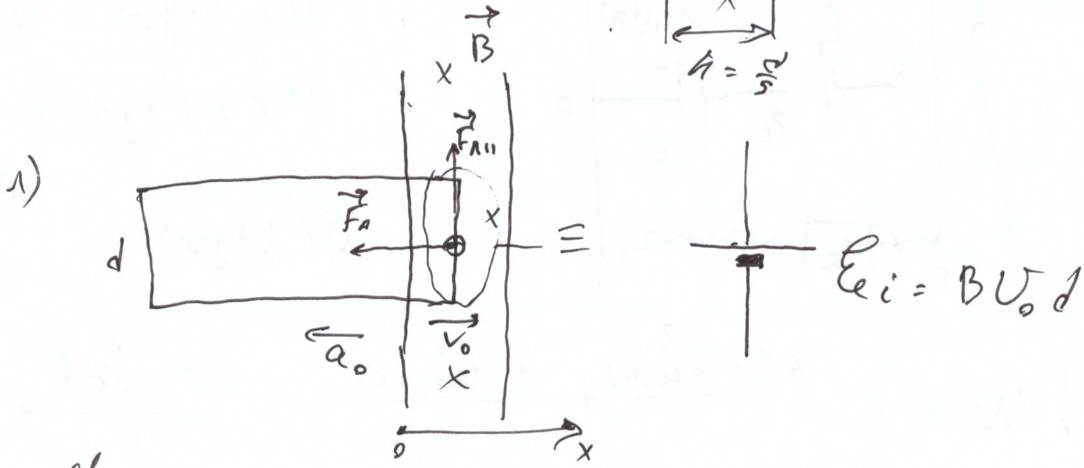
$h = \frac{d}{5}$

1) $a_0 = ?$

2) $V_1 = ?$

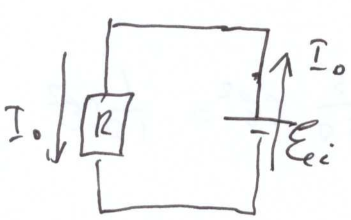
3) $V_2 = ?$





При движении рамки в однород. маг. поле возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_i = BVd$ – в нач. мом времени.

2) Тогда рамка будет подобна цепи, с нач. током $I = I_0$



$I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B V_0 d}{R}$ – в нач. мом вр.

3) Тогда на рамку будет действовать сила $F_{A_0} = B I_0 d$ в нач. мом. вр.

2ЗН: X: $-F_A = -m a_0 \Rightarrow \left(a_0 = \frac{F_{A_0}}{m} = \frac{B I_0 d}{m} = \frac{B^2 V_0 d^2}{mR}\right)$

3) Запишем 2ЗН в общем виде, пока рамка движется правая в маг. поле: X: $-F_A = -ma$; $F_A = ma$

$B I d = m\left(-\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$ ($\ominus$, т.к $V\downarrow$)

Чистовик

$$B\frac{BVd}{R}d = m\left(-\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$$

$$\frac{B^2d^2}{R}\underbrace{V\cdot\Delta t}_{\Delta x} = -m\Delta V \Rightarrow \frac{B^2d^2}{R}\Delta x = -m\Delta V$$

$$\frac{B^2d^2}{R}\int_0^H \Delta x = -m\int_{V_0}^{V_1}\Delta V$$

$$\frac{B^2d^2(H-0)}{R} = -m(V_1 - V_0)$$

$$\frac{B^2d^2}{Rm}H = -V_1 + V_0$$

$$\left(V_1 = V_0 - \frac{B^2d^2}{Rm}H = V_0 - \frac{B^2d^3}{R\cdot m}\cdot\frac{d}{5} = V_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm}\right)$$

4) При движении горизонтал. части рамки в МП ЭДС индукции не возникает $\Rightarrow$ после того, как правая часть рамки выйдет из МП, рамка будет двигаться с пост. скорость V_1, пока левая часть рамки не заедет в МП. Тогда: $\mathcal{E}_{ei} = BV_1d \Rightarrow I_1 = \frac{BV_1d}{R}$ - в нач. мом. вр.

5) Запишем 2ЗН после того, как левая часть рамки начнет заезжать в МП.

$X: -F_A = ma_x$

V^* - произвольная скорость

$$-BId = m\frac{\Delta V_x}{\Delta t}$$

$$-B\frac{BV^*d}{R}d = m\frac{\Delta V_x}{\Delta t}$$ - в общем случае

$$\frac{B^2d^2}{R}\underbrace{V^*\Delta t}_{\Delta x} = m\Delta V_x$$

21200230 (U320870/M1263712)

Чистовик

$$-\frac{B^2d^2}{R}\Delta x = m\,\Delta V_x$$

$$-\frac{B^2d^2}{R}\int_0^{h}\Delta x = m\int_{V_1}^{V_2}\Delta V_x$$

$$-\frac{B^2d^2}{R}h = m(V_2-V_1); \quad -\frac{B^2d^3}{5Rm} = V_2 - V_1$$

$$V_2 = V_1 - \frac{B^2d^3}{5Rm}$$

$$\left(V_2 = V_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm} - \frac{B^2d^3}{5Rm} = V_0 - \frac{2B^2d^3}{5Rm}\right)$$

Ответ: 1) $a_0 = \frac{B^2V_0d^2}{mR}$

2) $V_1 = V_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm}$

3) $V_2 = V_0 - \frac{2B^2d^3}{5Rm}$

21200230 (U320870 M1263712)

№5

Чистовик

$$\frac{D_\infty}{D_0} = 3$$

$d_0 = 25$ см

1) $D_\infty = ?$
$x = ?$

2) $D_1 = ?$, при $d_1 = 50$ см

1) Человек без очков: Формула тонкой линзы:

$$D_r = \frac{1}{f_r} + \frac{1}{x};\quad D_r = const = D$$ – оптическая сила глаза

$f_r = f = const$ – расстояние от глаза до изображения в глазу

$$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = D - \frac{1}{f} \Rightarrow x = \frac{1}{D - \frac{1}{f}}$$

2) $D + D_\infty = \frac{1}{f} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f}$ – человек с очками для $d = \infty$

$D_0 + D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d_0}$ – человек с очками для $d_0 = 25$ см.

$$\begin{cases} D_\infty = \frac{1}{f} - D \\ D_0 = \frac{1}{f} - D + \frac{1}{d_0} \end{cases} \Rightarrow 3 = \frac{D_\infty}{D_0} = \frac{\frac{1}{f} - D}{\frac{1}{f} - D + \frac{1}{d_0}}$$

$$\frac{1}{f} - D = 3\frac{1}{f} - 3D + \frac{3}{d_0}$$

$$2D - 2\frac{1}{f} = \frac{3}{d_0} \Rightarrow D - \frac{1}{f} = \frac{3}{2d_0} \Leftrightarrow \left(\frac{1}{D - \frac{1}{f}} = \frac{2}{3}d_0\right)$$

3) $$x = \frac{1}{D - \frac{1}{f}} = \frac{2}{3}d_0 = \frac{50}{3}\text{ см} \approx 16,7\text{ см}$$

$$D_\infty = \frac{1}{f} - D = -\frac{3}{2d_0} = -\frac{3}{2 \cdot 0,25}\text{ дптр} = -6\text{ дптр}$$

4) $$D + D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} \Rightarrow D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} - D = \frac{1}{0,5}\text{ дптр} - 6\text{ дптр}$$

$D_1 = -4$ дптр

! Знак минус показывает, что линза (очки) ~~~~ рассеивающая.

21200230 (U320870 M1263712)

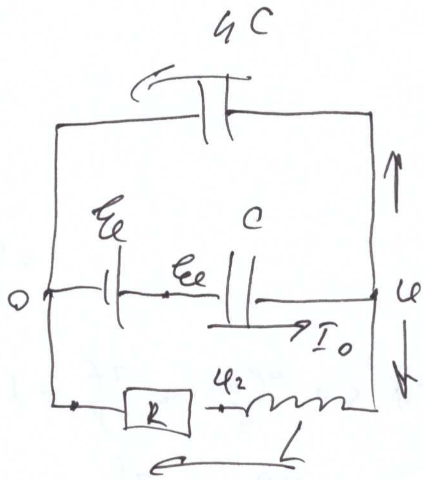
Ответ: 1) $x \approx 16,7$ см
$D_\infty = -6$ дптр
2) $D_1 = -4$ дптр.

Черновик

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{4C} + \frac{1}{C} = \frac{5}{4C}$$

$$C_0 = \frac{4}{5}C$$

$$\cancel{\mathcal{E}t}\ \cancel{\tfrac{4}{5}\mathcal{E}q}$$



$$\varphi_2 = I_R \cdot R$$

$$U_L = \varphi_1 - \varphi_2 = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$I_0 = C\,U_c'(I) = C(-\varphi_1')$$

$$\cancel{U}\ (\mathcal{E} - \varphi_1)' = -\varphi_1' = \frac{\Delta \varphi_1}{\Delta t}$$

$$I_{4C} = 4C\,\varphi_1'$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U_L = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$I_0 = -C\varphi_1' = -C\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

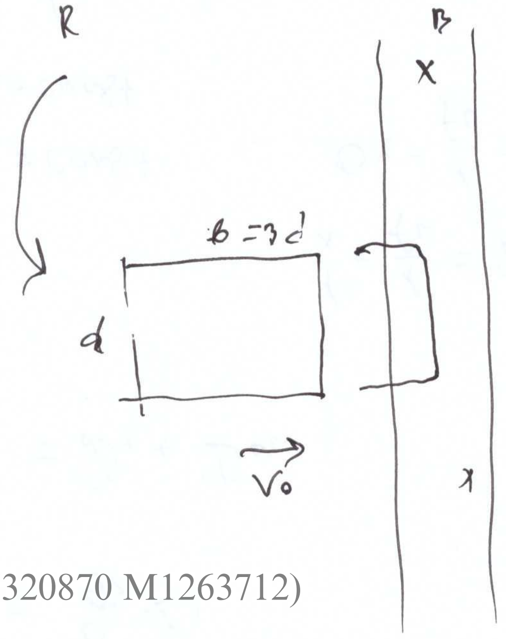
$$\varphi_2 = \varphi_1 - \frac{L\Delta I}{\Delta t} = \frac{\varphi_1\Delta t - L\Delta I}{\Delta t}$$

$$-\varphi_2 = L\frac{\Delta I}{\Delta t} - \varphi_1$$

$$-I_R \cdot R = \frac{L\Delta I - \varphi_1 \Delta t}{\Delta t}$$

$$\cancel{\Delta t} = \quad \Delta t = -C\frac{\Delta \varphi}{I_0}$$

$$U = \frac{\mathcal{E}}{5}$$



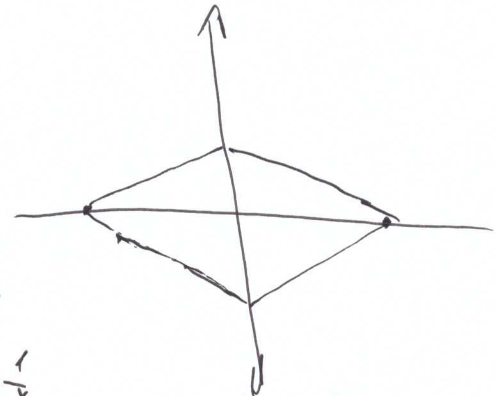
21200230 (U320870 M1263712)

(Черновик)

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

$D_{экв}=D_г+D_{оч.}$

D



$\frac{1}{x}+\frac{1}{f_г}=D_3$

$f_г=const$

$D_г-\frac{1}{f_г}=\frac{1}{x}$

$f_г=const$

$x=\frac{1}{D_г-\frac{1}{f_г}}$

$\frac{1}{f_г}+\frac{1}{d_0}=D_0+D_г$

$\frac{1}{f_г}+\frac{1}{\infty}=D_\infty+D_г$

$\frac{D_\infty}{D_0}=3=\frac{\frac{1}{f_г}}{\frac{1}{f_г}+\frac{1}{d_0}}$

$3\frac{1}{f_г}+3\frac{1}{d_0}=\frac{1}{f_г}$

$\frac{1}{f_г}+\frac{1}{d_0}-D_г=D_0$

$\frac{1}{f_г}-D_г=D_\infty$

$\frac{D_\infty}{D_0}=\frac{\frac{1}{f_г}-D_г}{\frac{1}{f_г}+\frac{1}{d_0}-D_г}=3$

$D_\infty=\frac{1}{f_г}-D_г=\frac{3}{2d_0}$

$\frac{1}{f_г}-D_г=3\frac{1}{f_г}+3\frac{1}{d_0}-3D_г$

$2D_г-2\frac{1}{f_г}=\frac{3}{d_0}$; $D_г-\frac{1}{f_г}=\frac{3}{2d_0}$

$D_г-\frac{1}{f_г}=\frac{3}{2d_0} \Rightarrow x=\frac{2}{3}d_0=\frac{50}{3}$

$D_г+D=\frac{1}{d}+\frac{1}{f_г}$

$D=\frac{1}{d}+\frac{3}{2d_0}=\frac{1}{50}+\frac{3}{50}=\frac{4}{50}=$