Часть 1

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

Шифр: **21203448**

ID профиля: **112252**

Вариант 7

из (1), (2), (3) и (4): N1 Чистовик

$$\begin{cases} T = \frac{m}{2}\left(a_{отн} - a\cos\alpha + g\sin\alpha\right) \\ T\cos\beta - mg = -m\frac{a_{отн}}{\cos\beta}\cancel{\cos\beta} \\ T\sin\beta = ma \end{cases}$$

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

$$\frac{\cancel{m}a}{tg\beta} - \cancel{m}g = -\cancel{m}\frac{a_{отн}}{\cos\beta}\cdot\cancel{\cos\beta}$$

$$\frac{a_{отн}}{\cos\beta}\cancel{\cos\beta} = g - \frac{a}{tg\beta}$$

$$\cancel{a_{отн} = \frac{g}{\cos\beta} - \frac{a}{\frac{\sin\beta}{\cos\beta}\cdot\cos\beta} = \frac{g}{\cos\beta} - \frac{a}{\sin\beta}}$$

$$a_{отн} = g\cos\beta - a\frac{\cos^2\beta}{\sin\beta}$$

$$\cancel{\frac{ma}{\sin\beta} = \frac{m}{2}\left(\frac{g}{\cos\beta} - \frac{a}{\sin\beta} - a\cos\alpha + g\sin\alpha\right)}$$

$$\cancel{\frac{a}{\sin\beta} + \frac{a}{2\sin\beta} + \frac{a\cos\alpha}{2} = \frac{g}{2}\left(\sin\alpha + \frac{1}{\cos\beta}\right)}$$

$\cos\beta = \frac{3}{5}$ $\sin\beta = \frac{4}{5}$

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$ $\sin\alpha = \frac{12}{13}$

$$\cancel{\frac{5}{4}a + \frac{a\cdot 5}{2\cdot 4} + \frac{a\cdot 5}{2\cdot 13} = \frac{g}{2}\left(\frac{12}{13} + \frac{5}{3}\right)}$$

$$\frac{ma}{\sin\beta} = \frac{m}{2}\left(g\cos\beta - a\frac{\cos^2\beta}{\sin\beta} + g\sin\alpha - a\cos\alpha\right)$$

$$\cancel{\frac{3}{2}\cdot\frac{5}{4}a + \frac{5}{26}a = \frac{g}{2}\left(\frac{36+65}{39}\right)}$$

$$\cancel{a\left(\frac{1}{\sin\beta} + \frac{1}{2\cos\alpha}\right)}$$

$$\cancel{\frac{5a(3\cdot 13+4)}{26\cdot 4} = \frac{g}{2}\cdot\frac{101}{39}}$$

$$a\left(\frac{1}{\sin\beta} + \frac{\cos\alpha}{2} + \frac{\cos^2\beta}{2\sin\beta}\right) = \frac{g}{2}\left(\cos\beta + \sin\alpha\right)$$

$$\cancel{\frac{5a\cdot 43}{26\cdot 4} = \frac{g}{2}\cdot\frac{101}{39}}$$

$$a\left(\frac{5}{4} + \frac{5}{26} + \frac{9\cdot\cancel{5}^{1}}{\cancel{25}_{5}\cdot 2\cdot 4}\right) = \frac{g}{2}\left(\frac{3}{5} + \frac{12}{13}\right)$$

$$\cancel{a = g\cdot\frac{4\cdot 101}{3\cdot 5\cdot 43}}$$

$$a\left(\frac{5}{4} + \frac{5}{2\cdot 13} + \frac{9}{5\cdot 2\cdot 4}\right) = \frac{g}{2}\left(\frac{39+60}{65}\right)$$

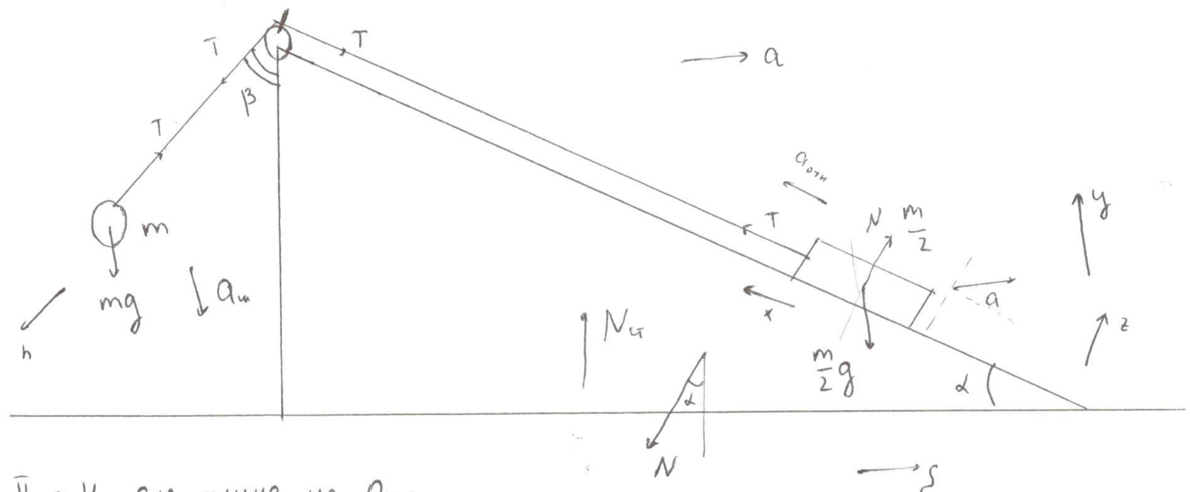
$$a\left(\frac{5\cdot 13 + 5\cdot 2}{4\cdot 13} + \frac{9}{5\cdot 2\cdot 4}\right) = \frac{g}{2}\cdot\frac{99}{65}$$

21203448 (U112252 M1267160)

$$a\left(\frac{\cancel{75}^{25}}{\cancel{4}_{2}\cdot 13} + \frac{\cancel{9}^{3}}{5\cdot\cancel{2}\cdot 4}\right) = \frac{g\cdot 3\cdot\cancel{3}\cdot 11}{\cancel{2}\cdot 13\cdot 5}$$

N1

Мистовел



II з.Н. для клина на Oy:

$$-N\cos\alpha - T\cos\beta - T\sin\alpha + N_{ст} = 0$$

II з.Н. для грузика на Oz:

$$N - \frac{m}{2}g\cos\alpha = \frac{m}{2}a\sin\alpha$$

II з.Н. для грузика на Ox:

$$T - \frac{m}{2}g\sin\alpha = \frac{m}{2}(a_{отн} - a\cos\alpha) \quad (1)$$

II з.Н. для шарика на Oy:

$$T\cos\beta - mg = -ma_ш \quad (2)$$

II з.Н. для шарика на Oξ:

$$T\sin\beta = ma \quad (3)$$

т.к. нить нерастяжима => $l = const$

в СО клина тоже $l = const$ => $a_{шарика\ h} = \frac{a_ш}{\cancel{\cos\beta}} \cdot \cos\beta$ $\quad a_{грузика\ x} = a_{отн}$

$$l = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{координата блока}}}{x_0} - x_{грузика} + h_{шарика} - \underset{\substack{\uparrow \\ \text{координата блока}}}{h_0}$$

$$l' = x_0' - x_{грузика}' + h_{шарика}' - h_0'$$

$$0' = v_{шарика\ h}' - v_{грузика\ x}'$$

$$0 = a_{шарика\ h} - a_{грузика\ x} \Rightarrow a_{шарика\ h} = a_{грузика\ x} \Rightarrow \frac{a_ш}{\cancel{\cos\beta}} = \frac{a_{отн}}{\cos\beta} \quad (4)$$

21203448 (U112252 M1267160)

8

$$a \cdot \frac{25\cdot 10 + 3\cdot 13}{2\cdot \cancel{13}\cdot 2\cdot \cancel{8}} = g\frac{\cdot 3\cdot 11}{\cancel{13}\cdot \cancel{8}}$$

Чистовик

№1

$$a \cdot \frac{289}{4} = g\cdot 33$$

$$a = \frac{132}{289} g$$

$$a_{отн} = g\cos\beta - a\cdot\frac{\cos^2\beta}{\sin\beta} = g\cdot\frac{3}{5} - \frac{\overset{33}{\cancel{132}}}{289} g\cdot\frac{9\cdot\cancel{8}}{\cancel{25}\cdot\cancel{4}} =$$

$$= g\cdot\frac{3}{5}\left(1 - \frac{11\cdot 9}{289}\right) = g\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{190}{289} = g\cdot\frac{3\cdot 38}{289} = g\cdot\frac{114}{289}$$

$\cancel{\tau = \frac{H}{a_{ш}}}$ $\quad H = \frac{a_{ш}\tau^2}{2}$ т.к. нач. скорость $= 0$, а движение равноускоренно

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{ш}}}$$

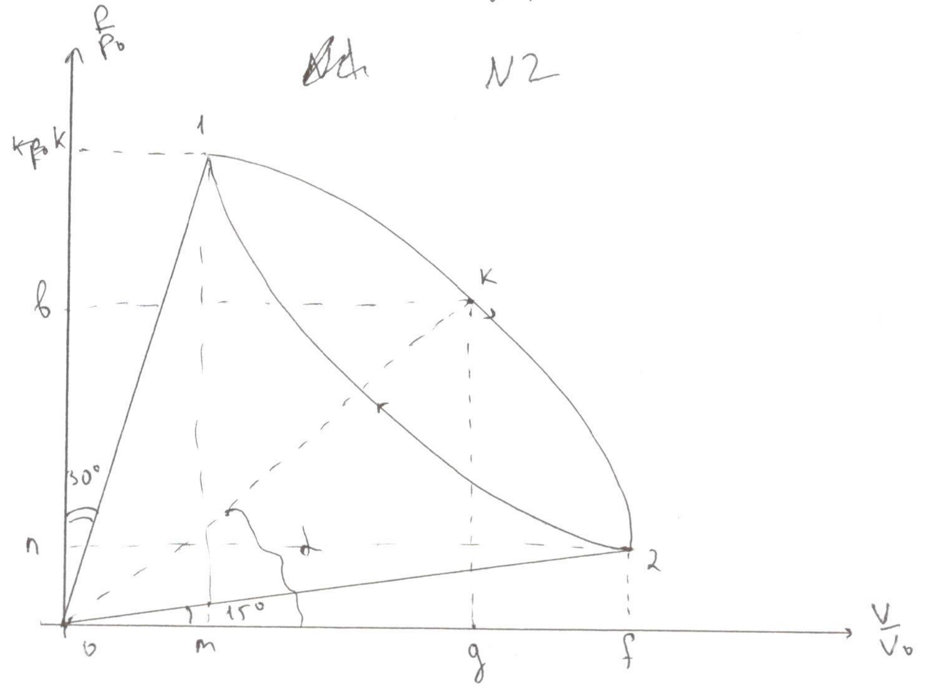
$$a_{ш} = \frac{a_{отн}}{\cos\beta} = g\cdot\frac{114\cdot 5}{289\cdot 3} = g\cdot\frac{38\cdot 5}{289}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H\cdot 289}{g\cdot 38\cdot 5}} = 17\cdot\sqrt{\frac{2H}{190g}}$$

Ответ: $a = \frac{132}{289}g$; $a_{отн} = \frac{114}{289}g$; $\tau = 17\cdot\sqrt{\frac{2H}{190g}}$

Чистовик

N2



2-1 — адиабата $\rightarrow$ $p_0 k \cdot (V_0 m)^\gamma = p_0 n (V_0 f)^\gamma$

$\gamma = \frac{5}{3}$ $\quad k \cdot m^{\frac{5}{3}} = n \cdot f^{\frac{5}{3}}$

$\operatorname{tg} 15 = \frac{n}{f}$ $\quad \frac{1}{\operatorname{tg} 30} = \frac{k}{m}$

$f = \frac{n}{\operatorname{tg} 15}$ $\quad n = f \cdot \operatorname{tg} 15$ $\quad k = m \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} 30} = \frac{m}{\operatorname{tg} 30}$

$f \cdot \operatorname{tg} 15 \cdot f^{\frac{5}{3}} = k \cdot m^{\frac{5}{3}}$

$f^{\frac{8}{3}} \operatorname{tg} 15 = \frac{m^{\frac{8}{3}}}{\operatorname{tg} 30}$ $\quad k \cdot m = \frac{m^2}{\operatorname{tg} 30}$ $\quad n \cdot f = f^2 \cdot \operatorname{tg} 15$

$p_0 k \cdot V_0 m = \nu R T_1$

$p_0 n \cdot V_0 f = \nu R T_2$

$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0 (km - nf) \nu R}{\nu R \cdot p_0 V_0 \cdot nf} = \frac{km}{nf} - 1 =$

$= \frac{m^2}{\operatorname{tg} 30 \cdot f^2 \cdot \operatorname{tg} 15} - 1 = \frac{(\operatorname{tg} 30 \cdot \operatorname{tg} 15)^{\frac{6}{8}}}{\operatorname{tg} 30 \cdot \operatorname{tg} 15} - 1 =$

$\frac{m}{f} = (\operatorname{tg} 30 \cdot \operatorname{tg} 15)^{\frac{3}{8}}$

$= \frac{1}{(\operatorname{tg} 30 \cdot \operatorname{tg} 15)^{\frac{1}{4}}} - 1$

Чистовик

№2

т.к. окружность:

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

радиус окр.

p_1 – давление в т.1, V_1 – объем в т.1,
p_2 – давление в т.2, V_2 – объем в т.2.

$$tg\,30=\frac{V_1\cdot p_0}{V_0\cdot p_1}$$

$$V_1=p_1\cdot\frac{V_0}{p_0}\,tg\,30$$

$$tg\,15=\frac{p_2\cdot V_0}{p_0\cdot V_2}$$

$$V_2=p_2\cdot\frac{V_0}{p_0}\cdot\frac{1}{tg\,15}$$

$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2+\left(\frac{p_1\cdot \cancel{V_0}}{p_0\,\cancel{V_0}}\,tg\,30\right)^2=\left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2+\left(\frac{p_2\,\cancel{V_0}}{p_0\cdot\cancel{V_0}\cdot tg\,15}\right)^2$$

$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2\left(1+tg^2 30\right)=\left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2\left(1+\frac{1}{tg^2 15}\right)$$

$$p_1^2\cdot\frac{1+tg^2 30}{1+\frac{1}{tg^2 15}}=p_2^2 \qquad p_2=p_1\cdot\sqrt{\frac{1+tg^2 30}{1+\frac{1}{tg^2 15}}}$$

$$p_1V_1=\nu RT_1 \qquad p_2V_2=\nu RT_2$$

$$\frac{T_1-T_2}{T_2}=\frac{T_1}{T_2}-1=\frac{p_1V_1}{p_2V_2}-1=\frac{\cancel{p_1}\cdot \cancel{p_1}\cdot\frac{\cancel{V_0}}{\cancel{p_0}}\cdot tg\,30}{\cancel{p_1}\sqrt{\frac{1+tg^2 30}{1+\frac{1}{tg^2 15}}}\cdot\cancel{p_1}\sqrt{\frac{1+tg^2 30}{1+\frac{1}{tg^2 15}}}\cdot\frac{\cancel{V_0}}{\cancel{p_0}}\cdot\frac{1}{tg\,15}}-1=$$

$$=\frac{tg\,30\cdot tg\,15}{\frac{1+tg^2 30}{1+\frac{1}{tg^2 15}}}-1=\frac{tg\,30\cdot tg\,15}{\frac{1+tg^2 30}{tg^2 15+1}\cdot tg^2 15}-1=\frac{tg\,30\,(tg^2 15+1)}{(1+tg^2 30)\,tg\,15}-1.$$

2

~~1-2-3 — дуга окружности => с центром в н. координат:~~ Чистовик

N 2

$\cancel{\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = r^2}$ ~~(ур. окружности)~~

$\cancel{\begin{cases} k^2 + m^2 = r^2 \\ n^2 + f^2 = r^2 \end{cases}}$ $\cancel{k = \frac{m}{tg 30}}$

$\cancel{n = f \cdot tg 15}$

$\cancel{\begin{cases} m^2 \left(1 + \frac{1}{tg^2 30}\right) = r^2 \\ n^2 \quad f^2 (1 + tg^2 15) = r^2 \end{cases}}$

Рассмотрим точку К, в которой $C = 0$

$C = \frac{dQ}{\nu dT}$, $dT \neq 0 \Rightarrow dQ = 0 \Rightarrow dA + dU = 0$

$dQ \to 0$
$dT \to 0$
$dU \to 0$
$dp \to 0$
$dV \to 0$

$p_к dV + \frac{3}{2}(\nu R(T+dT) - \nu R T) = 0$

$p_к dV + \frac{3}{2}\nu R dT = 0$

$p_к = p_0 \cdot \sin\alpha$ $\quad \nu R dT = \nu R(T+dT) - \nu R T = (p_к + dp)(V_к + dV) - pV =$

$= p_к dV + V_к dp$; $dp \cdot dV \to 0$

$\Rightarrow p_0 \cdot \sin\alpha \cdot dV + \frac{3}{2} p_к dV + \frac{3}{2} V_к dp = 0$

$p_0 \sin\alpha \cdot dV + \frac{3}{2} p_0 \sin\alpha \cdot dV + \frac{3}{2} V_0 \cdot \cos\alpha \cdot dp = 0$

$\frac{5}{2} p_0 \sin\alpha \, dV = -\frac{3}{2} V_0 \cos\alpha \, dp$

$\frac{5}{3}\frac{p_0}{V_0} tg\alpha = -\frac{dp}{dV}$ (1)

т.к. окружность с центром в н. коорд.: $\frac{(p_к + dp)^2}{p_0^2} + \frac{(V_к + dV)^2}{V_0^2} = \frac{p_к^2}{p_0^2} + \frac{V_к^2}{V_0^2}$

$\frac{2 dp \cdot p_к}{p_0^2} + \underbrace{\left(\frac{dp}{p_0}\right)^2}_{0} + \frac{2 V_к dV}{V_0^2} + \underbrace{\left(\frac{dV}{V_0}\right)^2}_{0} = 0$

$\frac{dp \cdot p_к}{p_0^2} = -\frac{V_к dV}{V_0^2}$

Чистовик

№2

$p_к = p_0 \sin\alpha$

$V_к = V_0 \cos\alpha$

$$\frac{p_0 \sin\alpha \cdot dp}{p_0^2} = -\frac{V_0 \cos\alpha \cdot dV}{V_0^2}$$

$$\frac{tg\alpha}{p_0} \cdot V_0 = -\frac{dV}{dp} \qquad -\frac{dp}{dV} = \frac{p_0}{tg\alpha \cdot V_0} \quad (2)$$

из (1) и (2):

$$\frac{5}{3}\,\frac{p_0}{V_0} \cdot tg\alpha = -\frac{dp}{dV}$$

$$\frac{5}{3} \cdot \frac{\cancel{p_0}}{\cancel{V_0}} \cdot tg\alpha = \frac{\cancel{p_0}}{tg\alpha \cdot \cancel{V_0}}$$

$tg^2\alpha = \frac{3}{5} \qquad tg\alpha = \sqrt{\frac{3}{5}}$ — лежит внутри 1–2 => такая точка существует

$$\eta = \frac{A_ц}{Q_н}$$

$\cancel{A_{12} = Q_{12} - \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)}$

A_{12} = площадь под графиком 1-2 в коорд. pV

радиус окружности

$\cancel{A_{12} = p_0V_0 \cdot \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{90-30-15}{90} = p_0V_0 \cdot \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{45}{90} = p_0V_0 \cdot \frac{\pi r^2}{8}}$

часть круга

$\cancel{A_{21} = -\frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)}$ (т.к. $Q = A_{21} + \Delta U_{21}$, $Q \to 0 \Rightarrow A_{21} = -\Delta U_{21}$)

$\cancel{A_ц = A_{12} + A_{21} = p_0V_0 \cdot \frac{\pi r^2}{8} + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)}$

тепло подводится только на участке 1-К (2-1 $Q=0$, К-2 $Q<0$)

т.к. нашли точку касания адиабаты, т.е точку до которой $Q>0$, после $Q<0$, в ней $Q=0$, => $C=0$.

$$Q_н = Q_{1к} = A_{1к} + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1)$$

$$\cancel{T_1 - T_2 = T_2 \cdot \left(\frac{tg30 \cdot (tg^2 15 + 1)}{1 + tg^2 30} - 1\right)}$$

Чистовик

№2

Рассмотрим точку с ~~p = p₀ cos~~ $p = p_0 \sin\beta$ $V = V_0 \cdot \cos\beta$, β — какой-то угол с гориз. внутри 1-2

тогда: $\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = r^2$

$$\sin^2\beta + \cos^2\beta = r^2$$

$1 = r^2 \Rightarrow r = 1$ — безразмерная величина

$$pV = \nu RT$$

$$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \cdot \sin\beta \cdot \cos\beta$$

$$A_ц = \pi \cdot \frac{p_0 V_0}{8} + \frac{3}{2} \cdot \nu R \left(\frac{p_0 V_0 \sin(90-30) \cdot \cos(90-30)}{\nu R} - \frac{p_0 V_0}{\nu R} \sin 15 \cdot \cos 15 \right) =$$

$$= p_0 V_0 \left(\frac{\pi}{8} + \frac{3}{2} \sin 60 \cdot \cos 60 - \frac{3}{2} \sin 15 \cdot \cos 15 \right)$$

$$Q_н = A_{1к} + \frac{3}{2} \nu R (T_к - T_1) = A_{1к} + \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{p_0 V_0}{\nu R} \sin\alpha \cdot \cos\alpha - \frac{p_0 V_0}{\nu R} \cdot \sin 60 \cdot \cos 60 \right) =$$

$$= A_{1к} + \frac{3}{2} p_0 V_0 \left(\sin\alpha \cdot \cos\alpha - \sin 60 \cdot \cos 60 \right)$$

$$A_{1к} = p_0 V_0 \cdot \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{90 - 30 - \alpha}{90} = p_0 V_0 \cdot \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{60 - \alpha}{90} = p_0 V_0 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{60 - \alpha}{90}$$

часть круга

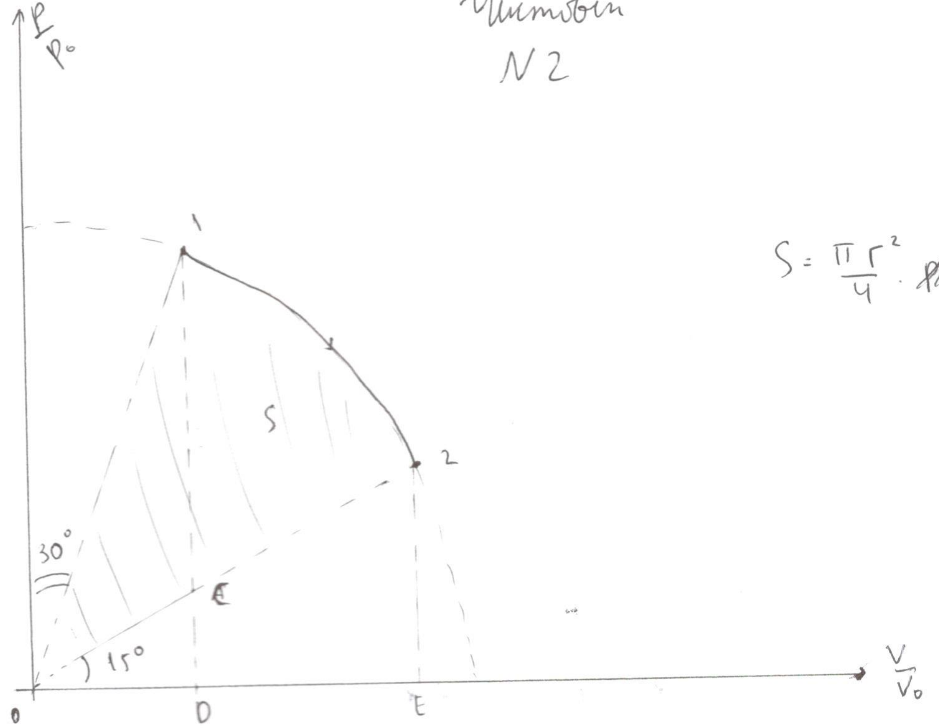
$$Q_н = p_0 V_0 \left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{60 - \alpha}{90} + \frac{3}{2} (\sin\alpha \cos\alpha - \sin 60 \cdot \cos 60 \right)$$

$$\eta = \frac{A_ц}{Q_н} = \frac{p_0 V_0 \left(\frac{\pi}{8} + \frac{3}{2} \sin 60 \cdot \cos 60 - \frac{3}{2} \sin 15 \cdot \cos 15 \right)}{p_0 V_0 \left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{60 - \alpha}{90} + \frac{3}{2} (\sin\alpha \cdot \cos\alpha - \sin 60 \cdot \cos 60 \right)} =$$

$$= \frac{\frac{\pi}{8} + \frac{3}{2} \sin 60 \cdot \cos 60 - \frac{3}{2} \sin 15 \cdot \cos 15}{\frac{\pi}{4} \cdot \frac{60 - \alpha}{90} + \frac{3}{2} \sin\alpha \cdot \cos\alpha - \frac{3}{2} \sin 60 \cdot \cos 60}, \quad \alpha = arctg\left(\sqrt{\frac{3}{5}}\right)$$

Чистовик

N2



$S = \frac{\pi r^2}{4} \cdot \cancel{p_0V_0} \cdot \frac{90-15-30}{90} = \frac{\pi}{8}\cancel{p_0V_0}$

$A_{12} = p_0V_0(S - S_{01C} + S_{DC2E} = S - S_{01D} + S_{02E}) =$

$= p_0V_0 S - \frac{1}{2} \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} \cdot p_0V_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{V_2}{V_0} \cdot p_0V_0 =$

$= p_0V_0 S + \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$

$A_ц = A_{12} + A_{21} = A_{12} + -\Delta U_{21} =$
$= A_{12} + \frac{3}{2}(\nu RT_1 - \nu RT_2)$

$A_ц = \frac{\pi}{8}p_0V_0 + \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) =$

$= \frac{\pi}{8} p_0V_0 + 2(p_2V_2 - p_1V_1) = \left(\frac{\pi}{8} + 2 \cdot \sin 60 \cdot \cos 60 - 2 \cdot \sin 15 \cdot \cos 15\right) \cdot p_0V_0 =$

$= \left(\frac{\pi}{8} + \sin 120 - \sin 30\right) p_0V_0$

$A_{1к} = p_0V_0 \left(S_к + \frac{1}{2} \frac{(p_кV_к - p_1V_1)}{p_0V_0}\right)$ (аналогичными рассуждениями)

$Q_н = A_{1к} + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) = p_0V_0\left(\frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{90-30-\alpha}{90} + 2(p_кV_к - p_1V_1)\right) =$

$= p_0V_0\left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{60-\alpha}{90} + \sin 2\alpha - \sin 60\right)$

$\eta = \frac{A_ц}{Q_н} = \frac{\frac{\pi}{8} + \sin 120 - \sin 30}{\frac{\pi}{4} \cdot \frac{60-\alpha}{90} + \sin 2\alpha - \sin 60}$ $\alpha = \mathrm{arctg}\left(\sqrt{\frac{3}{5}}\right)$

Ответ: $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\mathrm{tg}30 \cdot (\mathrm{tg}^2 15 + 1)}{(\mathrm{tg}^2 30 + 1)\,\mathrm{tg}15} - 1$; $\alpha = \mathrm{arctg}\left(\sqrt{\frac{3}{5}}\right)$;

$\eta =$

6

Часть 2

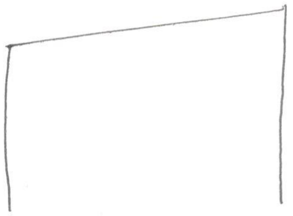
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21203448**

ID профиля: **112252**

Вариант 7

Черновик



$$\frac{Тл\cdot м^3}{кг\cdot Ом} = \frac{\frac{Н}{\cancel{А}\cdot \cancel{м}}\cdot м^{\cancel{3}\,2}}{кг\cdot\frac{В}{\cancel{А}}} = \frac{Н м^2}{кг\cdot В} = \frac{кг\cdot м\cdot м^2}{с^2\cdot кг\cdot В} =$$

$$\cancel{\frac{Тл^2\cdot м^2\cdot м^2}{с^2\cdot кг}}$$

$$\frac{Тл^2\cdot м^3}{кг\cdot\frac{В}{А}} = \frac{\frac{Н^2}{м^2\cdot А^2}\cdot м^3}{кг\cdot\frac{В}{\cancel{А}}} = \frac{Н^2 м}{А\cdot кг\cdot В} = \frac{кг^2\cdot м^2\cdot м}{с^4\cdot\frac{Кл}{с}\cdot кг\cdot В}$$

$$АВ = Вт = \frac{Дж}{с} = \frac{Н\cdot м}{с}$$

$$\frac{Н^{\cancel{2}}\cdot \cancel{м}\cdot с}{\cancel{Н}\cdot м\cdot кг} = \frac{кг\cdot м}{с^2}$$

$$Тл = \frac{Н}{А\cdot м}$$

$$\frac{Н^2\cdot \cancel{м^2}\cdot м}{А^2\cdot\cancel{м^2}\cdot \cancel{с}\cdot\frac{В}{\cancel{А}}}\cdot \cancel{м} = \frac{м}{с}$$

$$\frac{Н^2\cdot м}{АВ} = \frac{Н^2\cdot м\cdot с}{Н\cdot м}$$

Черновик

$$q_2 = \frac{3C\mathcal{E}}{10} \cdot e^{\gamma t} - \frac{3C\mathcal{E}}{10}$$

$$\dot{q}_2 = \frac{3C\mathcal{E}}{10} \cdot \gamma \cdot e^{\gamma t}$$

$$\Delta Q = \int_0^\infty (\dot{q}_2)^2 R\,dt = \int_0^\infty \frac{9C^2\mathcal{E}^2}{100} \cdot \gamma^2 \cdot e^{2\gamma t} R\,dt =$$

$$= \frac{9C^2\mathcal{E}^2}{100} \gamma^2 R \int_0^\infty e^{2\gamma t} \cdot dt =$$

$$= \frac{9C^2\mathcal{E}^2}{100} \gamma^2 R \cdot \left.\frac{e^{2\gamma t}}{2\gamma}\right|_0^\infty = \frac{9C^2\mathcal{E}^2}{2\cdot 100} R \cdot \gamma =$$

$$= \frac{9C^2\mathcal{E}^2}{2\cdot 100} R .$$

$$q_2 = Ae^{\gamma t} + Be^{\alpha t} + D$$

$$\dot{q}_2 = A\gamma e^{\gamma t} + B\alpha e^{\alpha t} \qquad \ddot{q}_2 = A\gamma^2 e^{\gamma t} + B\alpha^2 e^{\alpha t}$$

$q_2(0) = 0 \qquad A + B + D = 0$

$\dot{q}_2(0) = 0 \qquad A\gamma = -B\alpha$

$$\underline{\frac{4}{3} \cdot Ae^{\gamma t}} + \frac{4}{3}Be^{\alpha t} + \frac{4}{3}D + \underline{4CL \cdot A\gamma^2 e^{\gamma t}} + 4CL \cdot B\alpha^2 e^{\alpha t} +$$

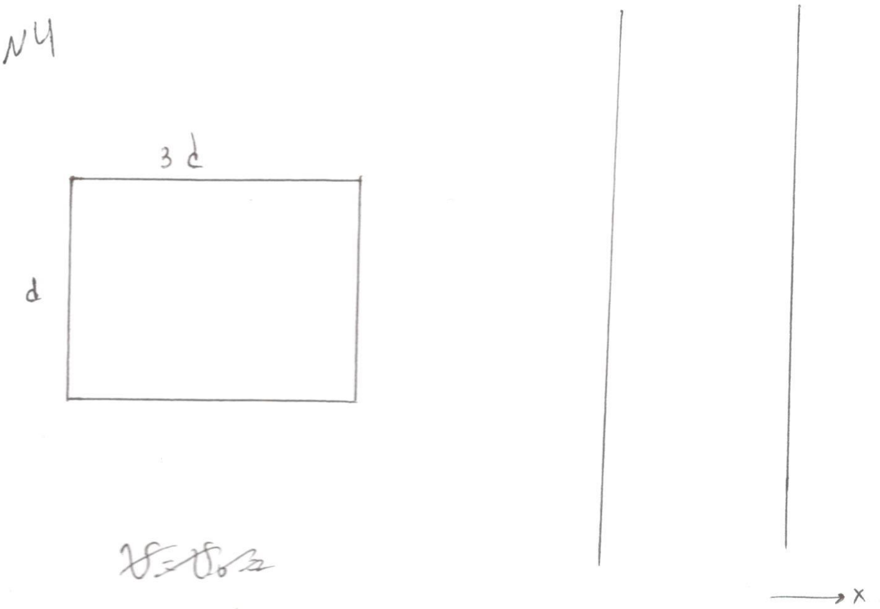
$$+ \underline{A\gamma e^{\gamma t} \cdot 4CR} + B\alpha e^{\alpha t} \cdot 4CR + \frac{2C\mathcal{E}}{5} = 0$$

$$\gamma = \frac{-CR + \sqrt{C^2R^2 - \frac{4}{3}CL}}{2CL}$$

$$\alpha = \frac{-CR - \sqrt{C^2R^2 - \frac{4}{3}CL}}{2CL}$$

№4

Черновик



$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t}$ (при постоянном B)

~~$v = v_0$~~

сразу после вхождения в поле:

$\mathcal{E}_i = \cancel{B v_0 dt} - d\cdot\frac{v\,dt}{dt}\cdot B = -Bvd$ (через заметаемую площадь)

$I = +\frac{\mathcal{E}_i}{R} = -\frac{Bvd}{R}$

$F = BId = -Bd\cdot\frac{Bvd}{R} = -\frac{B^2d^2v}{R}$

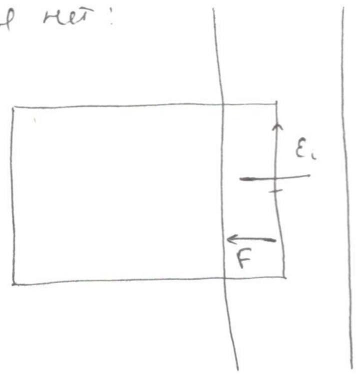
где $v = v_0$, т.к. начальный момент

$F = ma$

$a = -\frac{B^2d^2v_0}{mR}$ $\qquad |a| = \frac{B^2d^2v_0}{mR}$

силы, действующие на рамку со стороны магн. поля $\perp$ v уравновешивают друг друга => рамка всё время движется по прямой вдоль Ox

пока пр. сторона в поле, а левая ещё нет:



$\mathcal{E}_i = -Bd\cdot\frac{dx}{dt}$ $\qquad I = -\frac{Bd}{R}\cdot\frac{dx}{dt}$

$F = BId = -\frac{B^2d^2}{R}\cdot\frac{dx}{dt}$

$F = ma = m\frac{dv}{dt}$

$-\frac{B^2d^2}{R}\frac{dx}{dt} \quad \frac{dv}{dt}$

Чистовик

№4

$$\frac{B^2d^2 v}{mR}\cdot dx \cdot dt = dv \cdot dt$$

$$-\frac{B^2d^2}{mR}\cdot\frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{B^2d^2 v}{mR}\cdot dx = \frac{1}{v}\,dv$$

$$\frac{B^2d^2}{mR}\cdot\int_0^{d/5} dx = \int_{v_0}^{v_1}\frac{1}{v}\,dv$$

$$\frac{B^2d^2}{mR}\cdot\frac{d}{5} = \ln\frac{v_1}{v_0}$$

$$e^{\frac{B^2d^3}{5mR}}\cdot v_0 = v_1$$

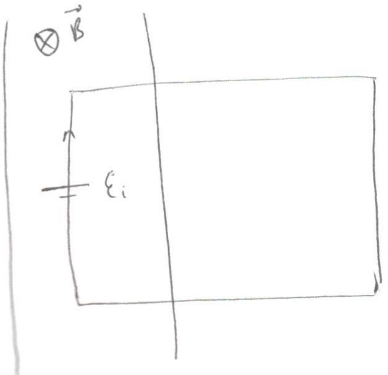
$$\int_0^{d/5} -\frac{B^2d^2}{mR}\cdot dx = \int_{v_0}^{v_1} dv$$

$$-\frac{B^2d^2}{mR}\cdot\frac{d}{5} = v_1 - v_0$$

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$$

пока правая и левая рамки вне поля $v = v_1 = const$ (т.к. все силы, действующие на рамку со стороны м. поля $\perp Ox$ и ур. друг друга)

пока левая сторона в поле:



$$\mathcal{E}_i = -B\frac{dx}{dt}\cdot d$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = -\frac{Bd}{R}\frac{dx}{dt}$$

$$F = BId = -\frac{B^2d^2}{R}\cdot\frac{dx}{dt}$$

$$-\frac{B^2d^2}{R}\cdot\frac{dx}{dt} = m\frac{dv}{dt}$$

$$\int_0^{d/5} -\frac{B^2d^2}{mR}\cdot dx = \int_{v_1}^{v_2} dv$$

$$-\frac{B^2d^3}{5mR} = v_2 - v_1$$

№4 Чистовик

$$v_2 = v_1 - \frac{B^2 d^3}{5mR} = v_0 - \frac{2B^2d^3}{5mR}$$

Ответ: $a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$; $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{5mR}$; $v_2 = v_0 - \frac{2 \cdot B^2 d^3}{5mR}$

№5 Чистовик

Глаз - линза с F

т.к человек близорукий => фокусируются только лучи от близких предметов => требуются очки с рассеивающей линзой

$\frac{1}{F} = \cancel{\frac{1}{d}} + \cancel{\frac{1}{d'}} \Rightarrow F = 0$

$d = 0$

т.к предметы удаленные

(2) $\frac{1}{F} - D_{уд} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{r}$ (по формуле тонкой линзы для системы очки + глаз)

расстояние от глаза от до сетчатки

(1) $\frac{1}{F} - D_{чт} = \frac{100}{25} + \frac{1}{r}$ $D_{чт} = \frac{1}{3} \cdot D_{уд} \Rightarrow D_{уд} = 3D_{чт}$

из (1) и (2)

$\cancel{3D_{уд} - D_{уд} = \frac{100}{25}}$

$\cancel{2D_{уд} = \frac{100}{25}}$

$\cancel{D_{уд} = 2 \text{ дптр}}$

$D_{уд} - D_{чт} = 4$ дптр

$D_{чт} = 2$ дптр

$D_{уд} = 6$ дптр

(обе линзы рассеивающие, под D используется модуль опт. силы

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{r}$ (3) $d = x$ (по формуле тонкой линзы только для глаз)

расстояние, с которого он видит текст

~~из (1) и (3):~~ $\cancel{D_{чт} = \frac{100}{25} - \frac{1}{d} = 4 - \frac{1}{d}}$

$\cancel{D_{чт} = 2\text{ дптр} \Rightarrow \frac{1}{d} = 2\text{ дптр} \Rightarrow d = \frac{1}{2}}$

$\cancel{D_{чт} = 3 \cdot D_{уд} = 6 \text{ дптр}} \Rightarrow$

$\frac{1}{d} - 4 \text{ дптр} = D_{чт} = 2$ дптр

$\frac{1}{d} = 6$ дптр

$d = \frac{1}{6}$ м $= 16,7$ см

$\frac{1}{F} - \frac{1}{D_к} = \frac{1}{0,5} + \frac{1}{r}$ (по формуле тонкой линзы для системы очки + глаз при смотрении в компьютер)

$-D_к + D_{уд} = 2$

$D_к = D_{уд} - 2 = 4$ дптр

21203448 (U112252 M1267161)

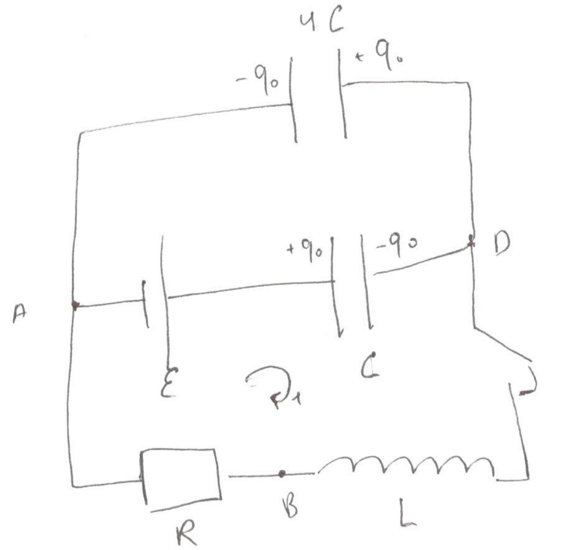
Ответ: $x = 16,7$ см; $|D_{уд}| = 6$ дптр; $|D_к| = 4$ дптр

обе опт. силы < 0, т.к. рас. линзы

4

Чистовик

N 3



ключ разомкнут: $\mathcal{E} = \frac{q_0}{C} + \frac{q_0}{4C} = \frac{q_0 \cdot 5}{4C}$ (т.к. последовательное соединение конденсаторов + установившийся режим)

$q_0 = \frac{4C\mathcal{E}}{5}$

ключ замкнут: через ABD ток мгновенно не течет =>

$\cancel{IR + U_L = U_{AD} =}$

$\mathcal{E} - \frac{q_0}{C} + |U_L| - \underbrace{IR}_{0} = 0$ (для контура 1)

$LI' = |U_L| = \mathcal{E} - \frac{q_0}{C} = \mathcal{E} - \frac{4C\mathcal{E}}{5C} = \frac{\mathcal{E}}{5}$

$I' = \frac{\mathcal{E}}{5L}$

скорость роста тока сразу после замыкания

в кон. момент $I_R = 0$ $U_L = 0$ (т.к. установившийся режим)

=> $U_{4C} = 0$ (т.к пар. соединение) => $U_C = \mathcal{E}$

=> $\frac{q_к}{C} = \mathcal{E}$ $q_к = C\mathcal{E}$

ЗСЭ:

$$\underbrace{W_{4C}}_{\frac{q_0^2}{4C\cdot 2}} + \underbrace{W_C}_{\frac{q_0^2}{C\cdot 2}} + \underbrace{A_{ист}}_{\mathcal{E}\cdot(q_к - q_0)} = \overbrace{W_к}^{\frac{q_к^2}{2C}} + Q$$

$$\frac{4^2C^2\mathcal{E}^2}{25\cdot\cancel{4}\cdot 2\cdot\cancel{C}} + \frac{4^2C^2\mathcal{E}^2}{25\cdot\cancel{C}\cdot 2} + \mathcal{E}\cdot\left(\mathcal{E}C - \frac{4C\mathcal{E}}{5}\right) = \frac{C^2\mathcal{E}^2}{2\cancel{C}} + Q$$

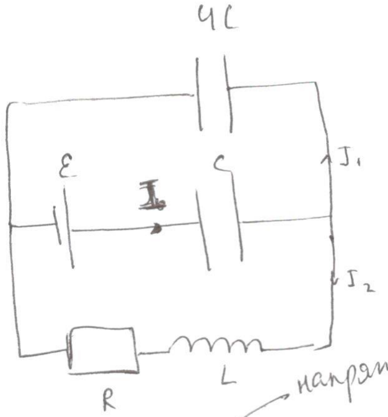
$$\frac{2}{25}C\mathcal{E}^2 + \frac{8}{25}C\mathcal{E}^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q$$

$$\frac{\cancel{10}^{2}}{\cancel{25}_{5}} C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{5} C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 = Q$$ №3 Чистовик

$$\frac{3}{5} C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 = Q$$

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

Рассмотрим момент после замыкания ключа, но до установления равновесного режима



$$\begin{cases} \mathcal{E} + \dfrac{q_0 + q}{C} = \dfrac{q_0 + q_1}{4C} \quad (1) \\ \dfrac{q_0 + q_1}{4C} = L\dot{I}_2 + I_2 R \\ I = I_1 + I_2 \Rightarrow q = q_1 + q_2 \quad (2) \end{cases}$$

напряжение на конденсаторе C

(I и II пр. Кирхгофа), где q, q_1, q_2 – изменения зарядов

напряжение на конденсаторе 4C

модуль напряжения на катушке

$$\mathcal{E}C + \frac{4C\mathcal{E}}{5} + q_1 + q_2 = \frac{C\mathcal{E}}{5} + \frac{q_1}{4}$$

$$\frac{8}{5} C\mathcal{E} + \frac{3}{4} q_1 + q_2 = 0$$

$$\frac{3}{4} q_1 = -\left(\frac{8}{5} C\mathcal{E} + q_2\right)$$

$$q_1 = -\left(\frac{24}{\cancel{20}} C\mathcal{E} + \frac{4}{3} q_2\right)$$

$$\frac{4C\mathcal{E}}{5} - \frac{24}{\cancel{20}} C\mathcal{E} - \frac{4}{3} q_2 = 4CL\ddot{q}_2 + \dot{q}_2 \cdot 4C \cdot R$$

$$\frac{4}{3} q_2 + 4CL\ddot{q}_2 + \dot{q}_2 \cdot 4C \cdot R + \frac{2C\mathcal{E}}{5} = 0$$

$$q_2 = A e^{\gamma t} + B$$

$$\dot{q}_2 = A\gamma e^{\gamma t}$$

$$\ddot{q}_2 = A\gamma^2 e^{\gamma t}$$

№3 (Чистовик)

$\mathcal{E} + \frac{q_0}{C} + \frac{q}{C} = \frac{q_0}{4C} + \frac{q_1}{4C}$ из (1)

$4C\mathcal{E} + 4q_0 + 4q = q_0 + q_1$

$4\mathcal{E}C + 3 \cdot \frac{4C\mathcal{E}}{5} + 4q = q_1$

$4C\mathcal{E} + \frac{12}{5}C\mathcal{E} + 4q = q_1$

$\frac{64}{10}C\mathcal{E} + 4q = q_1$

$\frac{32}{5}C\mathcal{E} + 4q = q_1$ (дифференцируем по времени):

$\left(\frac{32}{5}C\mathcal{E}\right)^{\cdot} + 4\dot{q} = \dot{q}_1$ из ~~(2)~~

$4\dot{q} = \dot{q}_1$ $\quad \dot{q} = I_0 \Rightarrow \dot{q}_1 = 4I_0$

$q = q_1 + q_2$ из (2)

$\dot{q} = \dot{q}_1 + \dot{q}_2 \Rightarrow |\dot{q}_2| = |I_R| = 3I_0$

$\dot{q}_2 < 0 \Rightarrow$ ток течет в другую сторону

Ответ: $I' = \frac{\mathcal{E}}{5L}$; $Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{10}$; $I_R = 3I_0$.

$\frac{4}{3}A^2 e^{\gamma t} + \frac{4}{3}B^2 + 4C^2 \cdot L \cdot A\gamma^2 e^{\gamma t} + 4C^2 R \cdot A\gamma e^{\gamma t} + \frac{2\varepsilon C}{5} = 0$ Черновик

$q_2(0) = 0 \Rightarrow B = -A$

$\frac{2}{3}Ae^{\gamma t} - \frac{2}{3}A + 2CLA\gamma^2 e^{\gamma t} + 2CRA\gamma e^{\gamma t} + \frac{\varepsilon C}{5} = 0$

$$\begin{cases} -\frac{2}{3}A + \frac{C\varepsilon}{5} = 0 \quad \frac{2}{3}A = \frac{C\varepsilon}{5} \quad A = \frac{3C\varepsilon}{10} \\ \frac{2}{3}A + 2CLA\gamma^2 + 2CRA\gamma = 0 \end{cases}$$

$$\frac{\cancel{2}}{3} \cdot \frac{3\cancel{C}\varepsilon}{10} + \cancel{2} \cdot CL \cdot \frac{3C\varepsilon}{10} \cdot \gamma^2 + \cancel{2}CR \cdot \frac{3C\cancel{\varepsilon}}{10}\gamma = 0$$

$CL\gamma^2 + CR\gamma + \frac{1}{3} = 0$

$$\gamma = \frac{-CR \pm \sqrt{C^2R^2 - \frac{4}{3}CL}}{2CL}$$

$$q_2 = \frac{3C\varepsilon}{10} \cdot e^{\gamma t} - \frac{3C\varepsilon}{10}$$

$$q_1 = -\frac{4}{\cancel{3}} \cdot \frac{\cancel{3}C\varepsilon}{10} \cdot e^{\gamma t} + \frac{4}{\cancel{3}} \cdot \frac{\cancel{3}C\varepsilon}{10} - \frac{12}{10}C\varepsilon =$$

$$= -\frac{2}{5}e^{\gamma t} - \frac{8C\varepsilon}{10} = -\frac{2}{5}e^{\gamma t} - \frac{4}{5}C\varepsilon$$

$$q = q_1 + q_2 = -\frac{C\varepsilon}{10}e^{\gamma t} - \frac{11C\varepsilon}{10}$$

$$\dot{q} = -\frac{C\varepsilon}{10} \cdot \gamma e^{\gamma t} = I_0$$

$$\dot{q}_2 = \frac{3C\varepsilon}{10}\gamma e^{\gamma t} = -3I_0$$