Часть 1

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

Шифр: **21200745**

ID профиля: **182095**

Вариант 8

Вариант 11-08 | Чистовик |

№1

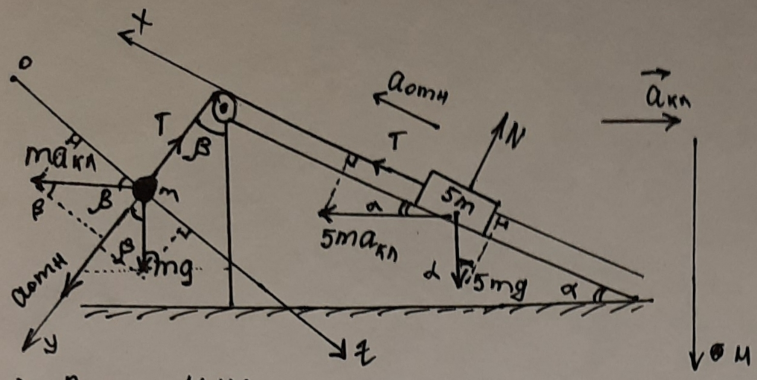
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

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

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

m, H

1) $a_{кл} = ?$
2) $a_{отн} = ?$
3) $\tau = ?$



Перейдем в НИСО клина.

$\vec{F}_{ин_1} = -m\vec{a}_{кл}$

$\vec{F}_{ин_2} = -5m\vec{a}_{кл}$

1) В НИСО клина ускорение шарика направлено вдоль нити.

$OZ \perp \vec{a}_{отн} \Rightarrow a_{отн_z} = 0$

На OZ для шарика: $ma_{кл_z} = g_z \cdot m \Rightarrow a_{кл_z} = g_z$

$a_{кл\,z} = a_{кл} \cdot \cos\beta \qquad g_z = g\sin\beta$

$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{25}{169}} = \sqrt{\frac{144}{169}} = \frac{12}{13} \Rightarrow a_{кл}\cos\beta = g\sin\beta \Rightarrow \boxed{a_{кл} = g\,tg\beta}$

$tg\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \frac{12}{5} \Rightarrow \boxed{a_{кл} = \frac{12}{5}g}$

2) На y для шарика:
На X для бруска:

$$\begin{cases} ma_{отн} = ma_{кл}\sin\beta + mg\cos\beta - T \\ 5ma_{отн} = 5ma_{кл}\cancel{\sin\alpha}\cos\alpha + T - 5mg\sin\alpha \end{cases}$$

$T = ma_{кл}\sin\beta + mg\cos\beta - ma_{отн}$

$5ma_{отн} = 5ma_{кл}\cos\alpha - 5mg\sin\alpha + ma_{кл}\sin\beta + mg\cos\beta - ma_{отн} \quad |:m$

$5a_{отн} = 5a_{кл}\cos\alpha - 5g\sin\alpha + a_{кл}\sin\beta + g\cos\beta - a_{отн}$

$6a_{отн} = 5a_{кл}\cos\alpha + a_{кл}\sin\beta + g\cos\beta - 5g\sin\alpha$

$6a_{отн} = a_{кл}(5\cos\alpha + \sin\beta) + g(\cos\beta - 5\sin\alpha)$

$6a_{отн} = \frac{12}{5}g(5\cos\alpha + \sin\beta) + g(\cos\beta - 5\sin\alpha)$

$6a_{отн} = \frac{12}{5}g(\cancel{5}\cdot\frac{3}{\cancel{5}} + \frac{12}{13}) + g(\frac{5}{13} - \cancel{5}\cdot\frac{4}{\cancel{5}})$

$6a_{отн} = \frac{12}{5}g(\frac{39}{13} + \frac{12}{13}) + g(\frac{5}{13} - \frac{52}{13}) = \frac{12}{5}g\cdot\frac{51}{13} - g\cdot\frac{47}{13} \approx \frac{120}{13}g - \frac{47}{13}g =$ ($51 \approx 50$)

$= \frac{73}{13}g \Rightarrow \boxed{a_{отн} \approx \frac{73}{78}g}$

3) Введем вертикальную ось M, направленную вниз

$V_0 = 0$ − для шарика: $\quad a_{отн\,M} = a_{отн}\cdot\cos\beta = \frac{73}{78}\cdot\frac{5}{13}g = \frac{73\cdot 5}{13^2\cdot 6}g \approx g\frac{12\cdot 5}{169} \approx \frac{60}{169}g \approx \frac{6}{17}g$ ($73 \approx 72$, $169 \approx 170$)

$V_M(t) = a_{отн_M}\cdot t$

$M(t) = \frac{a_{отн_M}t^2}{2}$ − зависимость координаты „M" от времени

$M(\tau) = H \Rightarrow \boxed{\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн.M}}} = \sqrt{\frac{2H}{6g}\cdot 17} = \sqrt{\frac{17\cancel{g}H}{3g}}}$

$\frac{17}{3}x \approx \frac{18}{3}$

Ответ: 1) $a_{кл} = \frac{12}{5}g$ 2) $a_{отн} \approx \frac{73}{78}g \approx 0{,}94g$ 3) $\tau \approx \sqrt{\frac{17H}{3g}} \approx 2{,}4\sqrt{\frac{H}{g}}$

№2

$i=5$

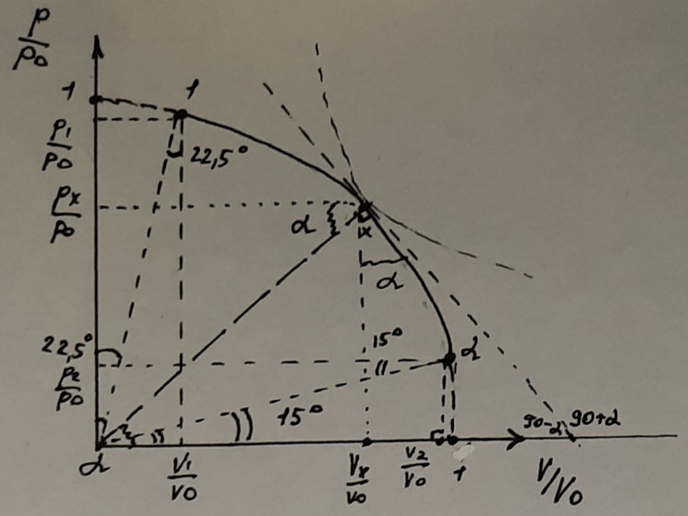
$C_V = \frac{i}{2}R = \frac{5}{2}R$

$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{7}{2}R$

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

2) $\alpha = ?$

3) $\eta = ?$



Чистовик

1) Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$p_2V_2 = \nu RT_2$

$T_1 - T_2 = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\nu R}$

$T_2 = \frac{p_2V_2}{\nu R}$

$$\frac{T_1-T_2}{T_2} = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{p_2V_2} = \frac{p_1}{p_2}\cdot\frac{V_1}{V_2} - 1$$

Пусть Радиус окружности равен $\cancel{\frac{p_0}{p_0}} = \cancel{\frac{V_0}{V_0}} = 1$

Тогда $\frac{p_1}{p_0} = 1\cdot\cos 22{,}5^\circ$ $\quad \frac{V_2}{V_0} = 1\cdot\cos 15^\circ$

$\frac{p_2}{p_0} = 1\cdot\sin 15^\circ$ $\quad \frac{V_1}{V_0} = 1\cdot\sin 22{,}5^\circ$

$$\frac{p_1}{p_2}\cdot\frac{V_1}{V_2} - 1 = \frac{\cos 22{,}5^\circ}{\sin 15^\circ}\cdot\frac{\sin 22{,}5^\circ}{\cos 15^\circ} - 1 = \frac{2\cdot\cos 22{,}5^\circ\cdot\sin 22{,}5^\circ}{2\cdot\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ} - 1 =$$

$$= \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \frac{\frac{\sqrt2}{2}}{\frac{1}{2}} - 1 = \sqrt2 - 1 \approx 1{,}4 - 1 = 0{,}4 \Rightarrow \boxed{\frac{T_1-T_2}{T_2} = 0{,}4}$$

2) Пусть искомая точка – x. Если $C_x = 0$, то этой точки касается адиабата.

$pV^\gamma = const$, где $\gamma = \frac{7}{5}$ – коэффициент Пуассона при $i=5$

(ур-е адиабаты)

Продиф-ем ур-е адиабаты и получим: $\frac{dp}{p} = -\frac{7}{5}\frac{dV}{V} \Leftrightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{7}{5}\frac{p}{V}$

В точке касания адиабаты тангенс угла наклона адиабаты и касательной к окружности через эту точку должны совпадать.

$tg(90+\alpha) = -ctg\,\alpha$

$-ctg\,\alpha = -\frac{V_x}{V_0}\cdot\frac{p_0}{p_x}$ $\qquad \frac{dp}{dV}\cdot\frac{V_0}{p_0} = -\frac{7}{5}\frac{p_x}{V_x}\cdot\frac{V_0}{p_0} = \cancel{ctg\,tg\alpha} - ctg\,\alpha$

$$-\frac{7}{5}\frac{p_x}{V_x}\cdot\frac{V_0}{p_0} = \frac{-V_x}{V_0}\cdot\frac{p_0}{p_x} \quad \Big| \cdot \frac{p_x}{V_x}$$

$$+\frac{7}{5}\cdot\left(\frac{p_x}{V_x}\right)^2\cdot\frac{V_0}{p_0} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{7}{5}\left(\frac{p_x}{V_x}\right)^2 = \frac{p_0^2}{V_0^2} \Leftrightarrow 7p_x^2V_0^2 = 5p_0^2V_x^2$$

$$\frac{p_0V_x}{p_xV_0} = \sqrt{\frac{7}{5}}$$

$$\boxed{ctg\,\alpha = +\frac{p_0V_x}{p_xV_0} = +\sqrt{\frac{7}{5}}}$$

Ответ: 1) $\frac{T_1-T_2}{T_2} = \sqrt2 - 1 \approx 0{,}4$

2) $ctg\,\alpha = \sqrt{\frac{7}{5}}$

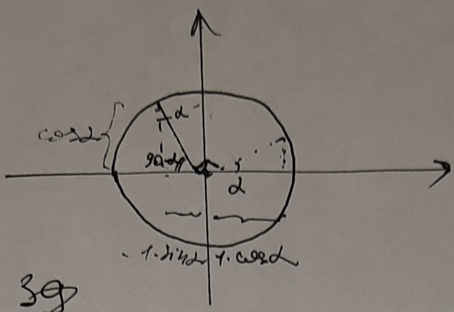
3) $\eta = \frac{A_0}{Q_н}$

A_0 – работа газа за цикл, $Q_н$ – подведенное тепло

Черновик

$$\frac{\cos\alpha}{-\sin\alpha} = -\text{ctg}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times\ 13 \\ \hline 39 \\ +\ 13 \\ \hline 169 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 169 \\ -\ 25 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{39}{13^2} =$$

$$\frac{12 \cdot 51}{65} = 9{,}4$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ -\ 47 \\ \hline 73 \end{array}$$

$$\frac{47}{13} = 3{,}6$$

$$Q = dU + A$$

$$\frac{\sin(90+\alpha)}{\cos(90+\alpha)} = \frac{\cos\alpha}{-\sin\alpha} = -\text{ctg}\,\alpha$$

$$\frac{73}{78} \cdot \frac{5}{13} = \frac{\cancel{73} \cdot 5}{\cancel{6} \cdot 13^2} = \frac{45}{13^2}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times\ 6 \\ \hline 78 \end{array}$$

$$72 \,|\, \underline{6} \quad 12$$

$$\frac{60}{170} = \frac{6}{17}$$

$$\frac{6}{12}$$

$$180 - (90 - \alpha) = 180 - 90 + \alpha = 90 + \alpha$$

$$\frac{M}{c^2}$$

$$C_p = \frac{3+2}{2} = \frac{5}{2}R$$

$$C = \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{5}{2}(p\,dV + V\,dp) = p\,dV$$

$$\frac{M}{M} \cdot c^2$$

$$\frac{3}{2}p\,dV + \frac{5}{2}V\,dp = 0$$

$$\begin{array}{r} 22{,}5 \\ \times\ 2 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$pV^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{7}{5}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V} \cdot \frac{7}{5}$$

Часть 2

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

Шифр: **21200745**

ID профиля: **182095**

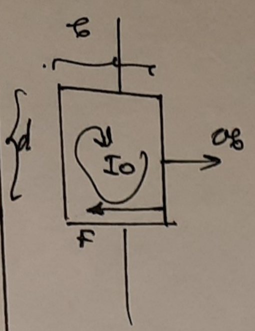
Вариант 8

№4 Чистовик

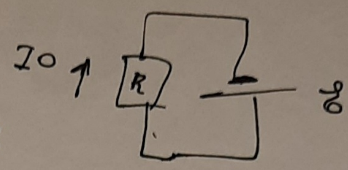
d
$b = \frac{2}{3}d$
v_0
$H = 3d$
m
B
R

1) a
2) v_1 $=?$
3) v_2

1) Как только рамка вошла в поле:



≡ Эквив-ая схема



$$\mathcal{E} = v_0 B d \qquad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{v_0 B d}{R}$$

$$ma = I_0 B d = \frac{v_0 B^2 d^2}{R} \Rightarrow \boxed{a = \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}}$$

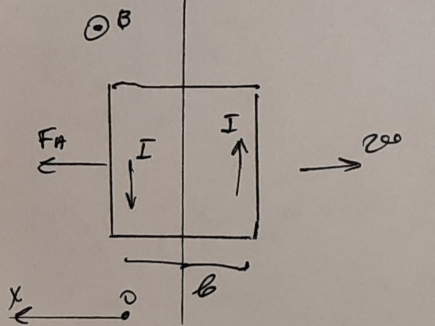
2) $-m\frac{dv}{dt} = v\frac{B^2 d^2}{R} \quad |\cdot dt$ — при вхождении в поле.

$$-m\,dv = dx \cdot \frac{B^2 d^2}{R} \Rightarrow m(-(v_1+v_0)) = b\cdot\frac{B^2 d^2}{R}$$

$$m v_0 - m v_1 = \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{R} \Rightarrow \boxed{v_1 = v_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}}$$

В поле рамка движется равномерно.

3) При выходе из поля:



$$OX: \quad ma = F_A = \frac{v B^2 d^2}{R}$$

$$m\frac{dv_x}{dt} = v\frac{B^2 d^2}{R} \quad |\cdot dt$$

$$m\,dv_x = \underbrace{v\,dt}_{dx} \cdot \frac{B^2 d^2}{R}$$

$$-m(v_2 - v_1) = b\cdot\frac{B^2 d^2}{R}$$

$$-m v_2 + m v_1 = \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{R}$$

$$\boxed{v_2 = v_1 - \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{R} = v_0 - \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}}$$

Ответ:

1) $a = \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}$

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

3) $v_2 = v_0 - \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}$

№5

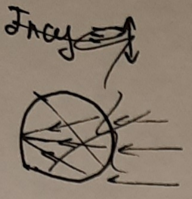
$\frac{D_2}{D_1} = 5$

1) $x = ?$

$D_2 = ?$

2) $D = ?$

1) Человек близорукий ⇒ он использует очки с [Цистовик].



$$-\frac{1}{25\text{см}} = \frac{1}{25\text{см}} - \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{25\text{см}} \Rightarrow x = \frac{25}{2}\text{см} = 12{,}5\text{ см}$$

$$D_1 = \frac{-1}{0{,}25} = -4 \text{ диоптр} \Rightarrow \boxed{D_2 = -20 \text{ диоптр}}$$

2) $D = \frac{1}{50\text{см}} - \frac{2}{25\text{см}} = \frac{1}{50\text{см}} - \frac{4}{50\text{см}} = \frac{-3}{50\text{см}} = \frac{-3}{0{,}5}$

$$\boxed{D = -6 \text{ диоптр}}$$

Ответ:

1) $x = 12{,}5$ см $\quad D_2 = -20$ диоптр

2) $D = -6$ диоптр.

21200745 (U182095 M1269959)

Черновик

$D = \frac{1}{F}$

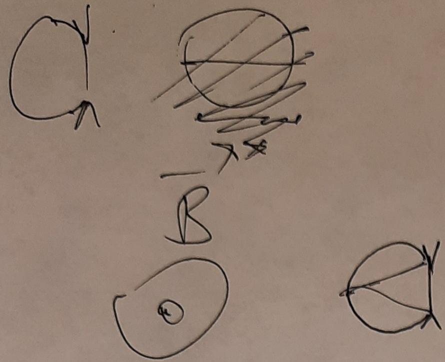
$-\frac{1}{25} = \frac{1}{25} - \frac{1}{f}x$

$x = \frac{2}{25}$ см

Близорук –

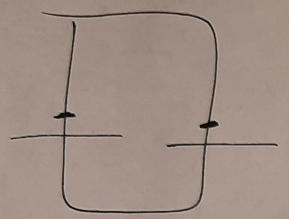
$F = 25$ см

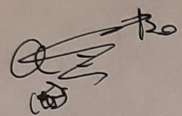
12,5 см



$\varepsilon = vBd$

$a = \frac{F}{m} = \frac{\frac{\varepsilon}{R}Bd}{m} = \frac{vB^2d^2}{m}$





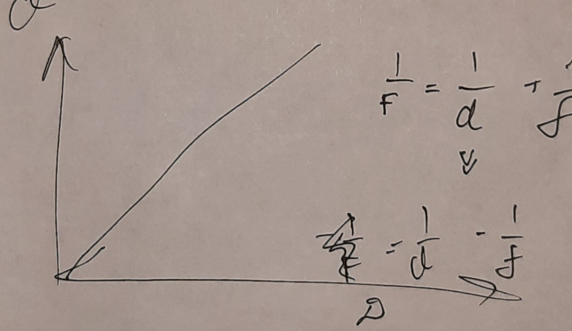
Шаг =

$S = \frac{at^2}{2}$

t

$\frac{м}{с^2} \cdot с$

72 | 6
6 | 12
12



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

$\Downarrow$

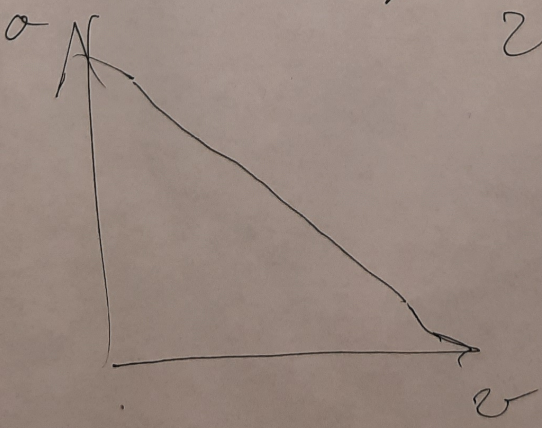
$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

D

$q = CU$

$I = C\dot{U}$

$I = C\dot{U}$



$I_0 = 5C\dot{U}$

$I_1 = C\dot{U}$

№4

m

d

$b=\frac{2}{3}d$

v_0

R

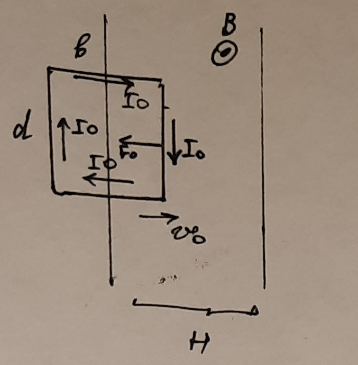
$H=3d$, B

1) $a=?$

2) $v_1=?$

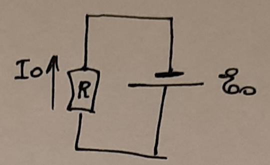
3) $v_2=?$

1) Как только правая сторона рамки вошла в поле:



Эквивалентная схема.

$\equiv$



$\cancel{\mathcal{E}_0 - \frac{I_0}{R}} \Rightarrow I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R}$

$\mathcal{E}_0 = v_0 B d \Rightarrow I_0 = \frac{v_0 B d}{R}$

II з. Ньютона:

$m a_0 = F_0$

$F_0 = I_0 B d$ - сила Ампера; $F_0 = \frac{v_0}{R} B^2 d^2 \Rightarrow \boxed{a_0 = \frac{F_0}{m} = \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}}$

2) Время вхождения рамки в поле: $t = \sqrt{\frac{2b}{a_0}}$, т.к. $b = \frac{a_0 t^2}{2}$

Пока левая сторона не вошла в поле, рамка движется равнозамедленно. Далее с постоянной скоростью.

$\cancel{t = \sqrt{\frac{2b}{a_0}} = \sqrt{2\cdot\frac{2}{3}d \cdot \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}} = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{v_0}{mR}B^2 d^3}}$

$\cancel{v_1 = v_0 - a_0 t = v_0 - \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}\sqrt{\frac{4}{3}\frac{B^2 d^3}{mR} v_0}}$

$t = \sqrt{\frac{2b}{a_0}} = \sqrt{\frac{4}{3}d \cdot \frac{mR}{v_0 B^2 d^2}} = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{mR}{v_0 d B^2}}$

$v_1 = v_0 - a_0 t = v_0 - \frac{v_0 B^2 d^2}{mR}\sqrt{\frac{4}{3}\frac{mR}{v_0 d B^2}} = v_0 - \sqrt{\frac{4}{3}\cdot\frac{mR}{v_0 d B^2}\cdot\frac{v_0^2 B^4 d^4}{m^2 R^2}} =$

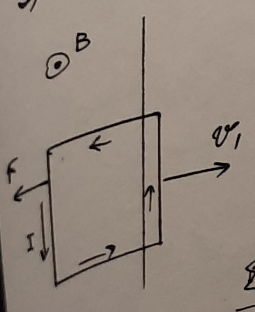
$= \boxed{v_0 - \sqrt{\frac{4}{3}\cdot\frac{v_0 B^2 d^3}{mR}}} =$

$q \quad I = CU$

3) Рамка только покидает поле:

$F = \cancel{v_2} I d B$

$I = \frac{v_1 B d}{R} \Rightarrow a = \frac{v_1}{mR} B^2 d^2$



$\frac{\mathcal{E}}{6} - 0$

Черновик

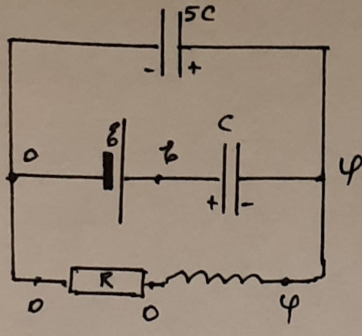
№3

Вариант 11-08 Чистовик

$C_1 = C$
$C_2 = 5C$
I_0, L

1) $\dot{I} = ?$
2) $Q = ?$
3) $U = ?$

1) Сразу после замыкания тока через катушку нет. Конденсаторы мгновенно заряжаются от источника.



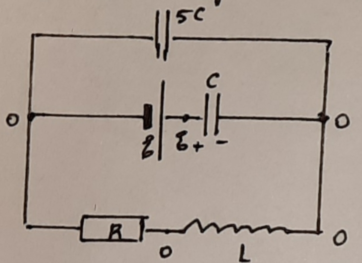
} Используем метод узловых потенциалов.

Т.к. в этот момент тока через катушку нет, то верен ЗСЗ для изолированной области конденсаторов

ЗСЗ:

$$-C(\mathcal{E}-\varphi)+5C\varphi=0$$
$$\varphi-\mathcal{E}+5\varphi=0 \Rightarrow \varphi=\frac{\mathcal{E}}{6} \Rightarrow U_L=\varphi=L\dot{I} \Rightarrow \boxed{\dot{I}=\frac{\varphi}{L}=\frac{\mathcal{E}}{6L}}$$

2) В уст. режиме $U_L=0$, тока через конденсаторы нет. (т.е. вообще во всей цепи)

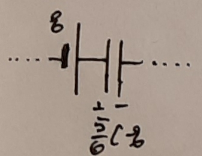


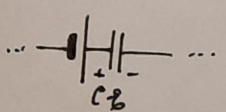
} метод узловых потенциалов.

ЗСЭ:

$$A_{ист} = \Delta W + Q$$
$$W_2=\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 \qquad W_1=\frac{1}{2}C(\mathcal{E}-\varphi)^2+\frac{1}{2}5C\varphi^2=$$
$$=\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2\left(\frac{5}{6}\right)^2+\frac{5}{2}C\mathcal{E}^2\cdot\frac{1}{36}=\frac{25C\mathcal{E}^2}{72}+\frac{5C\mathcal{E}^2}{72}=\frac{30}{72}C\mathcal{E}^2=\frac{5}{12}C\mathcal{E}^2$$

Было: Стало:





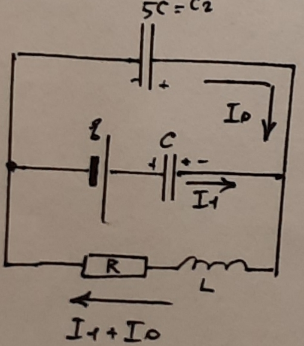
$$A_{ист}=\mathcal{E}\left(C\mathcal{E}-\frac{5}{6}C\mathcal{E}\right)=\frac{C\mathcal{E}^2}{6}$$

ЗСЭ примет вид:

$$\frac{1}{6}C\mathcal{E}^2=\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2-\frac{5}{12}C\mathcal{E}^2+Q \quad |\cdot 12$$

$$2C\mathcal{E}^2=6C\mathcal{E}^2-5C\mathcal{E}^2+12Q; \quad 2C\mathcal{E}^2=C\mathcal{E}^2+12Q \Rightarrow \boxed{Q=\frac{C\mathcal{E}^2}{12}}$$

3) Когда ток через C_2 равен I_0



$U=(I_1+I_0)R$ $\qquad q_2=5CU_2$
$\qquad q_1=CU_1$

~~$I_0 = -\dot{q} - \dot{q}_2 =$~~ Для верхнего контура:

$$\mathcal{E}-\frac{q_1}{C}-\frac{q_2}{5C}=0$$

$$\frac{q_2}{5C}=\mathcal{E}-\frac{q_1}{C}$$ — продиф-ем по времени:

$U_2=\mathcal{E}-U_1$ $\qquad I_0=-\dot{q}_2 \qquad I_1=+\dot{q}_1$

$\dot{U}_2=-\dot{U}_1$ $\qquad I_0=-5C\dot{U}_2 \qquad I_1=C\dot{U}$

$$\frac{I_0}{-5C}=-\frac{I_1}{C} \Rightarrow \left(I_1=\frac{I_0}{5}\right) \Rightarrow \boxed{U=\frac{6}{5}I_0R}$$

Ответ: 1) $\mathcal{E}/6L=\dot{I}$
2) $Q=C\mathcal{E}^2/12$
3) $U=\frac{6}{5}I_0R$