Часть 1

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

Шифр: **21202139**

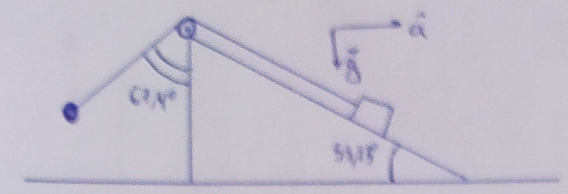
ID профиля: **358141**

Вариант 8

Чистовик

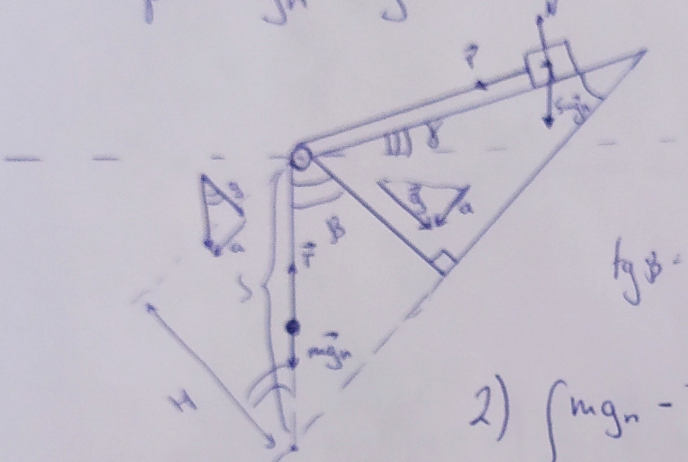
Вар 11-08

(1)



Т.к. ускорение действует на все тела в системе, перейдём в НИСО, движущуюся с таким ускорением

Тогда: $\vec{g}_n = \vec{g} - \vec{a}$



1) $\vec{g}_n = \vec{g} - \vec{a}$

$\Downarrow$

$a = g\,tg\beta = g \cdot \frac{12}{5} = 24$ м/с²

$tg\beta = \frac{\frac{12}{13}}{\frac{5}{13}} = \frac{12}{5}$; $g_n = \sqrt{g^2 + a^2} = 26$ м/с²

2) $\begin{cases} mg_n - T = ma_б \\ T + 5mg_n \sin\gamma = 5ma_б \end{cases}$

$\gamma = (90° - \alpha) - (90° - \beta) =$

$= 90° - \alpha - 90° + \beta = \beta - \alpha$

$\sin\gamma = 0{,}2465$

$\cancel{m}g_n - 5\cancel{m}a_б + 5\cancel{m}g_n \sin\gamma = \cancel{m}a_б$

$g_n + 5g_n \sin\gamma = 6a_б$

$a_б = \frac{(5\sin\gamma + 1)g_n}{6} = 9{,}674$ м/с² $\simeq 9{,}67$ м/с²

3) $S = \frac{H}{\cos\beta}$ $\quad S = \frac{a_б t^2}{2}$ $\quad t^2 = \frac{2S}{a_б} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_б \cos\beta}} \simeq 0{,}733\sqrt{H}$

Ответы:

1) $a = g\,tg\beta$ $\qquad a = 24$ м/с

2) $a_б = \left(\frac{5\sin(\beta - \alpha) + 1}{6}\right) g_n$ $\qquad a_б = 9{,}67$ м/с²

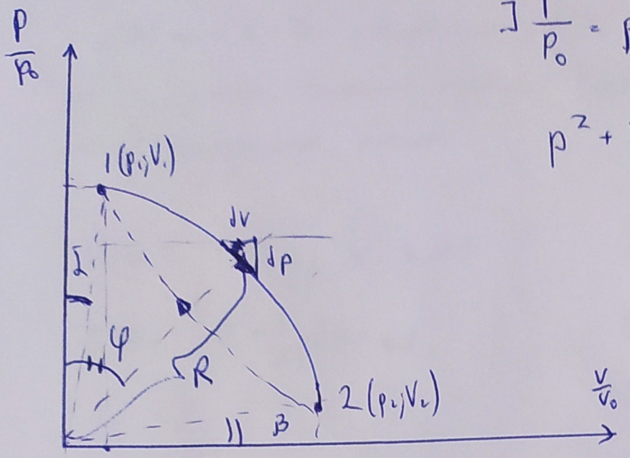
3) $t = \sqrt{\frac{2H}{a_б \cos\beta}}$ $\qquad t = 0{,}733$ с/м½ $\cdot \sqrt{H}$

ЛИСТ (1)

21202139 (U358141 M1264683)

Чистовик   Вар 11-08

2



$\exists\ \frac{p}{p_0} = p\ ;\ \frac{V}{V_0} = V$

$p^2 + V^2 = R^2$

1) $p_1 = R\cos\alpha$

$V_1 = R\sin\alpha$

$p_2 = R\sin\beta$

$V_2 = R\cos\beta$

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

$\Downarrow$

$$\frac{|T_1 - T_2|}{T_2} = \frac{\frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\cancel{\nu R}}}{\frac{p_2V_2}{\cancel{\nu R}}} = \left|\frac{p_1V_1}{p_2V_2} - 1\right| = \left|\frac{R^2\sin\alpha\cos\alpha}{R^2\sin\beta\cos\beta} - 1\right| = \left|\frac{\sin 2\alpha}{\sin 2\beta} - 1\right| =$$

$$= \left|\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} - 1\right| = \sqrt{2} - 1 = 0{,}4142$$

Ответ: $\sqrt{2} - 1 \approx 0{,}4142$

2) • $C = 0 \Rightarrow \frac{dQ}{dt} = 0$

$dQ = pdV + \frac{5}{2}\nu R dt$

$\frac{dQ}{dt} = p\frac{dV}{dt} + \frac{5}{2}\nu R = 0$

$p\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{2}\nu R$

• $pV = \nu R t$

$pdV + Vdp = \nu R dt$

$p\frac{dV}{dt} + V\frac{dp}{dt} = \nu R$

$-\frac{5}{2}\nu R + V\frac{dp}{dt} = \nu R$

$V\frac{dp}{dt} = \frac{7}{2}\nu R$

$V\frac{dV}{dt}\cdot\frac{dp}{dV} = \frac{7}{2}\nu R$

лист

2

• $\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{2}\nu R\cdot\frac{1}{p}$

~~$\frac{dA}{dV} = \frac{1}{tg R}$~~

~~$-\frac{V}{p}\cdot\frac{5}{2}\nu R\frac{1}{tg\varphi} = \frac{7}{2}\nu R$~~

~~$-tg\varphi\cdot\frac{5}{2}\nu R\frac{1}{tg\varphi} = \frac{7}{2}\nu R$~~

~~$-\frac{5}{2} = \frac{7}{2}$?! — не существует~~

• $\frac{dp}{dV} = -tg\varphi$

$-\frac{V}{p}\cdot\frac{5}{2}\cancel{\nu R}\cdot -tg\varphi = \frac{7}{2}\cancel{\nu R}$

$tg^2\varphi = \frac{7}{5}$

$tg\varphi = \sqrt{\frac{7}{5}}$ $\varphi = 49{,}8°$

~~Ответ: такой точки не существует~~

Ответ: $tg\varphi = \sqrt{\frac{7}{5}}$; $\varphi = 49{,}8°$

21202139 (U358141 M1264683)

2 (продолжение)

3) точка $C=0$ — переломная. До неё система получала тепло, после — начнёт отдавать. Для расчёта КПД нас интересует только полученное тепло.

1-2: $Q = \int p\,dV + \Delta U_1$

2-1: $Q = \int p\,dV + \Delta U_2$

$Q_2 = 0$; $\Delta U_1 = \Delta U_2$ $(T_1 = T_1, T_2 = T_2)$

$Q = A_1 + \Delta U$

$0 = -A_2 + \Delta U$

$|A_2| = |\Delta U|$

$$Q = A_1 - A_2 = A_\Sigma \Rightarrow A_\Sigma = Q_\Sigma$$

$$\Downarrow$$

$$\eta = \frac{A_\Sigma}{Q_{пол}} = \frac{Q_\Sigma}{Q_{пол.}} = 1 - \frac{Q_{отдан.}}{Q_{получ.}}$$

$Q = A_1 + \Delta U =$

$= S_{под\ \varphi} - \nu R(T_1 - T_2)$

$0 = -A_2 + \Delta U$

$A_2 = \nu R(T_1 - T_2)$

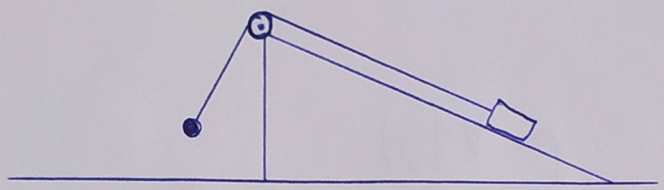
$Q_{получ.} = S_{до\ \varphi} + \nu R(T_{max} - T_1)$

$$T_{max} = \frac{R^2 \sin\varphi \cos\varphi}{\nu R}$$

$$\eta = \frac{Q}{S_{до\ \varphi} +}$$

Лист 3

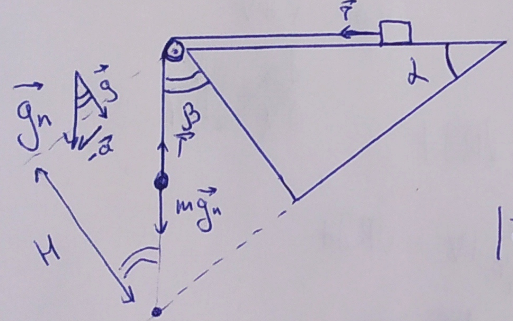
1)



Так как ускорение действует на все тела системы, можем перейти в НИСО, движущуюся с этим ускорением.

Тогда на все тела в системе начинает действовать „новое" g, являющееся векторной суммой $\vec{g} + (-\vec{a})$.

В новой системе отсчета клин будет неподвижен.



1) Шарик в этой СО висит свободно, поэтому из угла β можем найти ускорение клина.

$$|\vec{a}| = |\vec{g}|\, tg\,\beta$$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\frac{25}{169}} = \sqrt{\frac{144}{169}} = \frac{12}{13} \Rightarrow tg\,\beta = \frac{\frac{12}{13}}{\frac{5}{13}} = \frac{12}{5}$$

$$\underline{a} = 10\,м/с^2 \cdot \frac{12}{5} = \underline{24\,м/с}$$

2) Теперь найдём ускорение шарика. Его ускорение по модулю равно ускорению бруска $a_б$.

$$\left.\begin{aligned} mg_n - T &= ma_б \\ T &= 5ma_б \end{aligned}\right\} \Rightarrow mg_n - 5ma = ma$$

$$mg_n = 6ma_б$$

$$a_б = \frac{g_n}{6} = \frac{\sqrt{a^2+g^2}}{6} = \frac{26}{6} = 4\frac{1}{3}\,м/с^2$$

3) Осталось только найти время, за которое шарик достигнет стола с таким ускорением

$$\frac{H}{\cos\beta}$$

$dQ = pdV + \frac{5}{2}\nu R dt$

$\frac{dQ}{dt} = p\frac{dV}{dt} + \frac{5}{2}\nu R = 0$

$p = V\left(\frac{1}{tg\varphi}\right)$

$p\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{2}\nu R$

$\frac{dp}{dV} = \frac{1}{tg\varphi}$ $\qquad p = \frac{V}{tg\varphi}$ $\qquad \frac{V}{p} = tg\varphi$

$V = \frac{\nu RT}{p}$ $\qquad V = p\,tg\varphi$ $\qquad \frac{dp}{dV} = \left(\frac{V}{tg\varphi}\right)' = x$

$dp = x\,dV$

pd

$Vdp + pdV = \nu R dt$

$V \cdot x\,dV + \frac{V}{tg\varphi}dV = \nu R dt$

$\left(Vx + \frac{V}{tg\varphi}\right)\frac{dV}{dt} = \nu R$

$\frac{dQ}{dt} = p\frac{dV}{dt} + \frac{5}{2}\nu R = 0$

$p\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{2}\nu R$

$\boxed{\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{2}\frac{\nu R}{p}}$

$V\frac{dp}{dt} - \frac{5}{2}\nu R = \nu R$

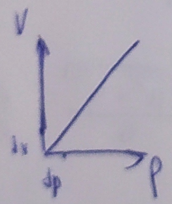
$V\frac{dp}{dt} = \frac{7}{2}\nu R$

$dQ = pdV + \frac{5}{2}\nu R dt$

$\frac{dQ}{dt} = p\frac{dV}{dt} + \frac{5}{2}\nu R = 0$

$\boxed{p\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{2}\nu R}$

$Vdp + pdV = \nu R dt$



$V\frac{dp}{dt} + p\frac{dV}{dt} = \nu R$

$V\frac{dp}{dt} - \frac{5}{2}\nu R = \nu R$

$V\frac{dp}{dt} = \frac{7}{2}\nu R$

$V\frac{x\,dV}{dt} = \frac{7}{2}\nu R$

$\frac{Vx}{p} \cdot -\frac{5}{2}\nu R = \frac{7}{2}\nu R$

$-\frac{V}{p}x = \frac{7}{5}$

$-tg\varphi\, x = \frac{7}{5}$

$pdV + Vdp = \nu R dt$

$p\frac{dV}{dt} + V\frac{dp}{dt} = \nu R$

$-\frac{5}{2}\nu R + V\frac{dp}{dt} = \nu R$

$V\frac{dp}{dt} =$

$dp = \frac{1}{tg\varphi}dV$

$V\frac{dV}{dt \cdot tg\varphi} = \frac{7}{2}\nu R$

$-\frac{5}{2}\nu R \cdot \frac{V}{p} \cdot \frac{1}{tg\varphi} = \frac{7}{2}\nu R$

$\frac{tg\varphi}{tg\varphi} = \frac{7}{5}$

$-\frac{5}{2} = \frac{7}{2}$

$\frac{1}{tg\varphi} = \frac{7}{5}$

$V = p\,tg\varphi$

$\frac{V}{p} = tg\varphi$

$\frac{dV}{d}$

$y = kx$

$\frac{y}{x} = k$

$\frac{dy}{dx} = k$

Часть 2

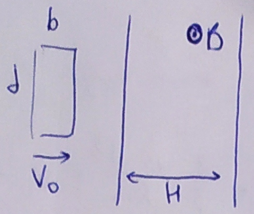
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

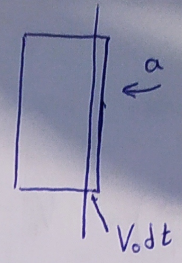
Шифр: **21202139**

ID профиля: **358141**

Вариант 8

④





1) $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B\cdot V_0 dt\cdot d}{dt} = BV_0 d$

$I_{рамки} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BV_0 d}{R}$

$F_{Амп.} = IBL = \frac{BV_0 d}{R}\cdot B\cdot d = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$

$a = \frac{F_{Амп.}}{m} = \frac{B^2 d^2 V_0}{Rm}$

2) Ускорение действует на рамку только при входе в поле, дальше рамка движется с постоянной скоростью.

$\cancel{V_1 = V_0 - a t_x}$ $\quad$ $\cancel{t_x: \ d = V_0 t_x - \frac{a t_x^2}{2}}$

$\cancel{-\frac{a t_x^2}{2} + V_0 t_x - \frac{2}{3} d = 0}$

ЛИСТ 3

$\cancel{V_1 = V_0 - V_0 + \sqrt{V_0^2 - 4\frac{ad}{3}}}$ $\quad$ $\cancel{D = V_0^2 - 4\cdot\frac{2}{3} d\cdot\frac{a}{2} = V_0^2 - 4\frac{ad}{3}}$

$\cancel{t_{x_{1,2}} = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 4\frac{ad}{3}}}{-a} = \frac{V_0 \mp \sqrt{V_0^2 - 4\frac{ad}{3}}}{a}}$

$a = -\frac{B^2 d^2}{Rm} V$

$\frac{dV}{V} = -\frac{B^2 d^2}{Rm} dt$

$V = V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t}$

$x(t) = \int_0^t V dt = \int_0^t V_0 e^{-kt} = V_0 \frac{e^{-kt}}{-k} - V_0 \frac{e^{-k\cdot 0}}{-k} =$

$= \frac{V_0}{k} - \frac{V_0 e^{-kt}}{k} = \frac{V_0}{k}(1 - e^{-kt})$

$\frac{2}{3} d = \frac{V_0}{k}(1 - e^{-kt}) \Rightarrow \frac{\ln\left(1 - \frac{2}{3}\frac{dk}{V_0}\right)}{-k} = t$

$V_1 = V_0 e^{-kt} = V_0 e^{\ln\left(1 - \frac{2}{3}\frac{dk}{V_0}\right)} = V_0\left(1 - \frac{2}{3}\frac{dk}{V_0}\right) = V_0 - \frac{2}{3} dk = V_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{Rm}$

Чистовик Вар. 11-08

4 Продолжение

Для V_2 - аналогично, только вместо V_0 там будет V_1

$$V_2 = V_1\left(1 - \frac{2}{3}\frac{dk}{V_1}\right) = V_1 - \frac{2}{3}dk = V_1 - \frac{2}{3}\frac{B^2d^3}{Rm} = V_0 - \frac{4}{3}\frac{B^2d^3}{Rm}$$

Ответы: 1) $a = \dfrac{B^2d^2V_0}{Rm}$

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

3) $V_2 = V_0 - \dfrac{4}{3}\dfrac{B^2d^2}{Rm}$

лист 4

21202139 (U358141 M1264684)

5

1) Удалённый предмет $\Rightarrow$ $r \to \infty$

$$\Downarrow$$

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow F = D_з \text{ - глубина зрачка}$$

$$\frac{\frac{1}{F_1}}{\frac{1}{F_2}} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{5} \quad 5F_2 = F_1$$

$$\frac{1}{25\text{см}} + \frac{1}{5F_2} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{25\text{см}} = \frac{5-1}{5F_2} = \frac{4}{5F_2}$$

$$\frac{5}{4}F_2 = 25\text{ см}$$

$$F_2 = 20\text{ см}$$

$$F_1 = 5F_2 = 1\text{м} \Rightarrow D_1 = \frac{1}{1\text{м}} = 1\text{дптр.}$$

r без очков:

$$r \approx D_з = 20\text{ см}$$

$$\left(\frac{1}{r} = \frac{1}{D_з}\right)$$

2) $$\frac{1}{50\text{см}} + \frac{1}{5F_2} = \frac{1}{x}$$

$$2 + 1 = \frac{1}{x} \Rightarrow x = \frac{1}{3}\text{м} \quad D_x = \frac{1}{\frac{1}{3\text{м}}} = 3\text{дптр.}$$

Ответ: 1) $D_1 = 1$ дптр.; без очков, $r = 20$ см

2) $D_x = 3$ дптр.

ЛИСТ

5

21202139 (U358141 M1264684)

$$\int e^{\alpha t} = ? = \frac{e^{\alpha t}}{\alpha}$$

$$\left(\frac{e^{\alpha t}}{\alpha}\right)' = \frac{\alpha e^{\alpha t}}{\alpha} = e^{\alpha t}$$

$$\cancel{3^{2\ln}}$$

$$e^{2\ln 2} = \cancel{(e^{2})^{\ln}} \left(e^{\ln 2}\right)^2$$

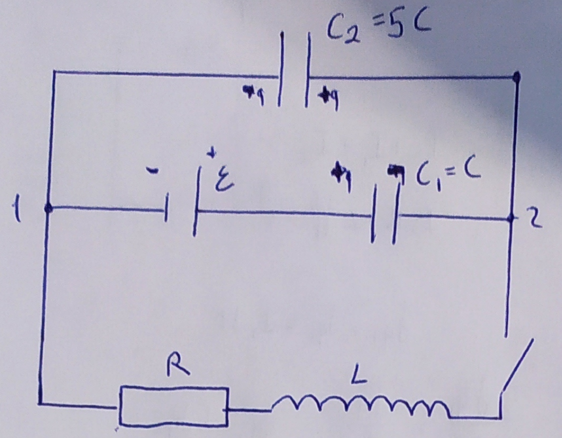
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \text{wu} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{f}$$

Чистовик

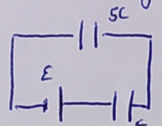
Вар. 11-08

3



1)

До замыкания:



$$C_\mathcal{E} = \frac{1}{\frac{1}{5C} + \frac{1}{C}} = \frac{5}{6}C$$

$$Q_\mathcal{E} = C\mathcal{E} = \frac{5}{6}C\mathcal{E}$$

$(q_{нач} = 0)$

$q_1 = q_2 = Q_\mathcal{E}$

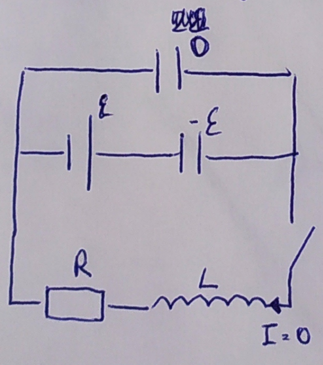
$\Downarrow$

$$\mathcal{E}_{12} = \mathcal{E} - \frac{5}{6}C\mathcal{E} \cdot C = \frac{1}{6}\mathcal{E}$$

$(I_L = 0 \Rightarrow I_R = 0)$

$$L\frac{dI}{dt} = \frac{1}{6}\mathcal{E} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \underline{\frac{1}{6}\frac{\mathcal{E}}{L}}$$

2) Конечная ситуация будет выглядеть так!



$$W_{нач} = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2}$$

$$W_{кон} = \frac{C_1 U_3^2}{2} + \mathcal{E}\Delta q + Q_R$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{\frac{5}{6}C\mathcal{E}}{C} = \frac{5}{6}\mathcal{E}$$

$$U_2 = \frac{Q_1}{C_2} = \frac{\frac{5}{6}C\mathcal{E}}{5C} = \frac{1}{6}\mathcal{E}$$

$$U_3 = \mathcal{E}$$

$\Delta q = (Q_1 - Q_2)$

$Q_1 = \frac{5}{6}C\mathcal{E}$

$Q_2 = C\mathcal{E}$

$\Delta q = -\frac{1}{6}C\mathcal{E}$

$$\frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{2} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^2 + \frac{5C\mathcal{E}^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^2 = -\frac{1}{6}C\mathcal{E}^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q$$

$$\left(\frac{25}{36} + \frac{5}{36}\right)\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \left(-\frac{1}{3} + 1\right)\frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q$$

$$\frac{5}{6}\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{2}{3}\frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q$$

$$Q = \left(\frac{5}{6} - \frac{4}{6}\right)\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{1}{6}\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \underline{\frac{1}{12}C\mathcal{E}^2}$$

Лист

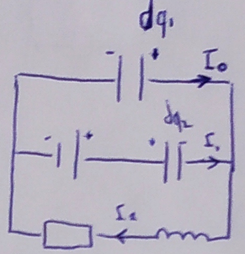
1

Вар. 11-08

Чистовик Вар 11-08

3 Продолжение

3)



$I_0 + I_1 = I_2$

$I_2 R + L\frac{dI}{dt} = \frac{q}{C}$

$dq_1 + dq_2 = I_2\,dt$

$\left|\frac{dq_1}{5C}\right| = \left|\frac{dq_2}{C}\right|$ $dq_1 = 5dq_2 \Downarrow I_0 = 5I_1$

$I_2 = I_0 + \frac{1}{5}I_0 = \frac{6}{5}I_0 \Rightarrow \varepsilon_R = I_2 R = \underline{\frac{6}{5}I_0 R}$

Ответы:

1) $\frac{1}{6}\cdot\varepsilon$

2) $\frac{1}{12}C\varepsilon^2$

3) $\frac{6}{5}I_0 R$

Лист 2