Часть 1

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

Шифр: **21200981**

ID профиля: **374629**

Вариант 8

Чистовик ~~МН~~ Ф 11

№1

Дано

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

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

H

---

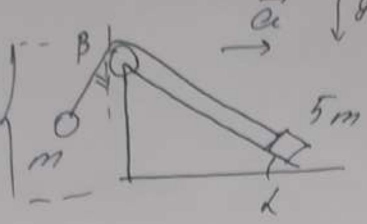
1) a - ?

2) $a_{отн}$?

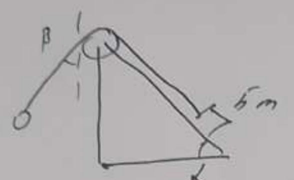
3) τ - ?

$\vec g \downarrow$

ИСО

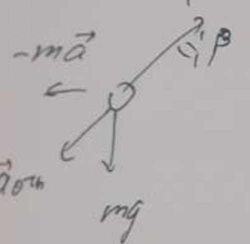


СО клина (не ИСО)



1) Перейдём в СО клина движущегося с ускорением $\vec a$ вправо. Это не ИСО

2) Рассмотрим шарик в данной СО. Силы, на него действующие: сила инерции $-m\vec a$, сила тяжести $m\vec g$, и сила натяжения нити $\vec T$.

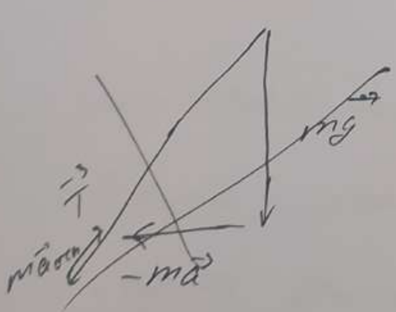


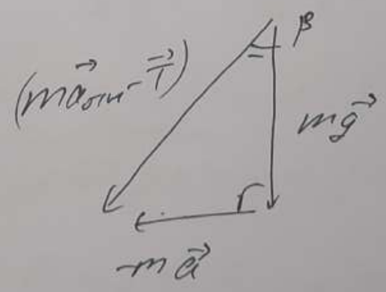
В данной СО шарик ~~по~~ движется только вдоль нити и его ускорение вдоль нити ~~но по~~ пусть будет $a_{отн}$.

по 2 З Н. $m\vec g + (-m\vec a) + \vec T = m\vec a_{отн}$

~~Нарисуем~~ $m\vec g + (-m\vec a) = \cancel{m\vec a_{отн} - \vec T)}\ (m\vec a_{отн} - \vec T)$

Нарисуем данное векторное равенство. т.к. $\vec g$ вертикально,





а $m\vec a_{отн}$ и $\vec T$ направлены вдоль нити, то $\widehat{(m a_{отн} - \vec T)(m\vec g)} = \beta$; тогда из картинки (т.к. $\vec a \perp \vec g$):

$|-m\vec a| = |m\vec g|\operatorname{tg}\beta \Rightarrow a = g\operatorname{tg}\beta$;

т.к. $\cos\beta = \frac{5}{13}$, то $\sin\beta = \frac{\sqrt{13^2 - 5^2}}{13} = \frac{12}{13} \Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \frac{12}{5} \Rightarrow$

$a = g\operatorname{tg}\beta = \frac{12}{5}g$

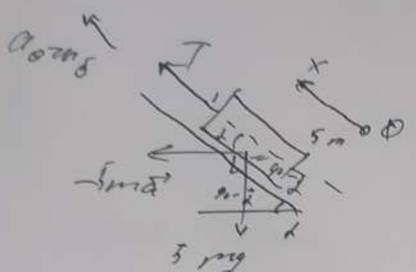
Чистовик М11

№1 ~~№2~~ (продолжение)

1) Также из этой картинки

$$|m\vec{a}_{отн} - \vec{T}| = \frac{|m\vec{g}|}{\cos\beta} \quad ; \quad m a_{отн} - T = \frac{mg}{\cos\beta}$$

~~2~~ 3. Рассмотрим брусок в СО клина



2ЗН OX:

$$|-5m\vec{a}|\cos\alpha - |5m\vec{g}|\cos(90-\alpha) + |\vec{T}| = |5m\,\vec{a}_{отн\,б}| \;\; |:5m$$

т.к. нить невесома, то сила натяжения нити везде одинакова:

$$a\cos\alpha - g\sin\alpha + \frac{T}{5m} = a_{отн\,б}.$$

3) Кин связь: ~~за dt бруско брусок подъедет~~

Пусть у бруска скорость $V_б$, а у шарика $V_ш$

~~т.к. нить~~ за dt нить увеличит ~~изменит~~ длину на

$\Delta l = +V_ш\,dt - V_б\,dt$, т.к.

нить нерастяжима, то $\Delta l = 0 \to V_ш - V_б = 0 \to V_ш = V_б$

Продифференцируем по времени данное равенство $a_ш^{отн} = a_б^{отн}$

и пусть $a_{ш\,отн} = a_{отн\,б} = a_{отн}$ ⇒ имеем:

$$\begin{cases} a_{ш\,отн} = a_{отн\,б} = a_{отн} \\ a_{отн\,б} = a\cos\alpha - g\sin\alpha + \frac{T}{5m} \\ m a_{отн} - T = \frac{mg}{\cos\beta} \end{cases} \to \begin{cases} a_{отн} = a\cos\alpha - g\sin\alpha + \frac{T}{5m} \\ a_{отн} = \frac{T}{m} + \frac{g}{\cos\beta} \end{cases} \to$$

Чистовик №1 (продолжение)   Ф 11

$$\frac{T}{m} + \frac{g}{\cos\beta} = a\cos\alpha - g\sin\alpha + \frac{T}{5m}$$

$$\begin{cases} 5a_{отн} = 5a\cos\alpha - 5g\sin\alpha + \frac{T}{m} \\ a_{отн} = \frac{T}{m} + \frac{g}{\cos\beta} \end{cases} -$$

$$4a_{отн} = 5a\cos\alpha - 5g\sin\alpha - \frac{g}{\cos\beta}$$

подставим $\cos\beta = \frac{5}{13}$ и $\cos\alpha = \frac{3}{5}$,

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-(0{,}6)^2} = 0{,}8 = \frac{4}{5}$$

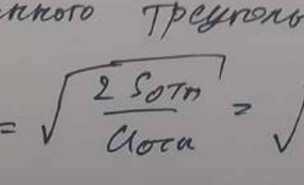
$$a = \frac{12}{5}g \Rightarrow$$

$$4a_{отн} = 5\,\frac{12}{5}g\cdot\frac{3}{5} - 5g\cdot\frac{4}{5} - \frac{g\cdot 13}{5} =$$

$$= \frac{36g}{5} - \frac{20g}{5} - \frac{13g}{5} = \frac{16g-13g}{5} = \frac{3g}{5}$$

$$a_{отн} = \frac{3g}{5\cdot 4} = \frac{3g}{20} = 0{,}15g$$

3) Перемещение шарика в СО клина



т.к. $a_{ш\,отн} = a_{отн} = \frac{3g}{20}$ – const, то верны формулы РУД $\Rightarrow$

$$S_{отн} = \frac{a_{отн}t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S_{отн}}{a_{отн}}};$$

Из данного треугольника $S_{отн} = \frac{H}{\cos\beta} = \frac{13H}{5} \Rightarrow$

$$t = \sqrt{\frac{2S_{отн}}{a_{отн}}} = \sqrt{\frac{2\cdot 13H\cdot 20}{5\cdot 3g}} = \sqrt{\frac{8\cdot 13H}{3g}} = \sqrt{\frac{104H}{3g}}$$

стр 3

№1 чистовик

ф° 11

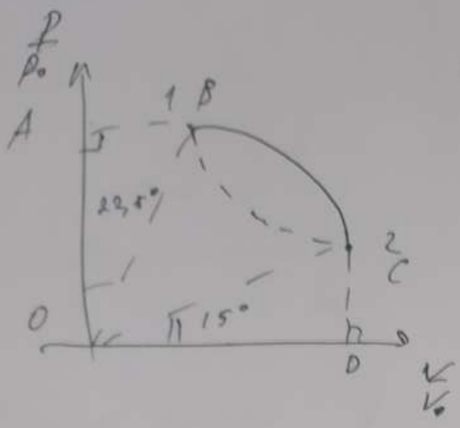
Ответ: 1) $a_{кл} = a = \frac{12g}{5}$

2) $a_{ботп} = a_{отн} = \frac{3g}{20}$

3) $\tau = \sqrt{\frac{104H}{3g}}$

стр4

чистовик ф11



№2

1) Пусть в т. 1 давление p_1, а объём V_1, а в т. 2 – p_2 и V_2 соответственно, тогда из $\triangle ABC$ ($\angle A = \frac{\pi}{2}$):

$\frac{p_1}{p_0} = AO = R\cos 22{,}5°$, где

R – радиус дуги 12; а $\frac{V_1}{V_0} = AB = R\sin 22{,}5°$,

из $\triangle OCD$ ($\angle D = \frac{\pi}{2}$): $\frac{p_2}{p_0} = CD = R\sin 15°$; $\frac{V_2}{V_0} = OD = R\cos 15°$

2) По Менделееву-Клапейрону:

$$\begin{matrix} \text{точка 1} \\ \text{точка 2} \end{matrix} \begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ p_2V_2 = \nu RT_2 \end{cases} \rightarrow \Delta T_{12} = T_1 - T_2 = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\nu R} \rightarrow$$

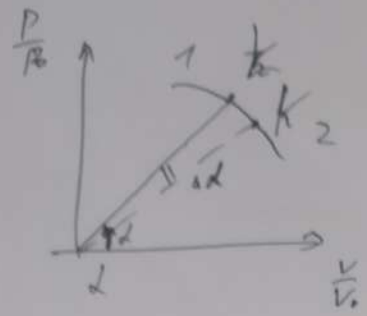
$$\frac{\Delta T_{12}}{T_2} = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\nu RT_2} \underset{p_2V_2 = \nu RT_2}{=} \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{p_2V_2} = \frac{p_1V_1}{p_2V_2} - 1 =$$

$$= \frac{\frac{p_1}{p_0}\cdot\frac{V_1}{V_0}}{\frac{p_2}{p_0}\cdot\frac{V_2}{V_0}} - 1 = \frac{R\cos 22{,}5°\cdot R\sin 22{,}5°}{R\sin 15°\cdot R\cos 15°} - 1 = \frac{\sin 45°}{\sin 30°} - 1 =$$

$$= \frac{1\cdot 2}{\sqrt{2}\cdot 1} - 1 = \sqrt{2} - 1 \approx 0{,}41$$

Чистовик Ф11

№2



2) пусть существует такая точка, где $C=0$, пусть это точка K; OK составляет угол α с осью $\frac{V}{V_0}$, т.к. $C=0$, то вблизи точки $\delta Q=0$, а по первому началу термодинамики $\delta Q=\delta A+\Delta U$, $\delta A = p\,dV$, $\Delta U=\frac{5}{2}\nu R\Delta T=$

$$=\frac{5}{2}\Delta(pV)=\frac{5}{2}\left(p_к V_к - p_н V_н\right)=\frac{5}{2}p_0V_0\left(\frac{p_к}{p_0}\frac{V_к}{V_0}-\frac{p_н}{p_0}\frac{V_н}{V_0}\right)=$$

$$=\frac{5}{2}p_0V_0\left(R\sin(\alpha+\Delta\alpha)R\cos(\alpha+\Delta\alpha)-R\sin\alpha R\cos\alpha\right)=$$

аналогично 1ой части

$$=\frac{5}{2}p_0V_0\frac{R^2}{2}\left(\sin(2\alpha+2\Delta\alpha)-\sin 2\alpha\right)=\frac{5}{4}p_0V_0R^2\,2\sin(+\Delta\alpha)\cos(2\alpha+\Delta\alpha)=$$

$$\approx\frac{5}{2}p_0V_0R^2(+\Delta\alpha)\cos 2\alpha$$

$$\delta A=p\,dV=p(V_к-V_н)=p_0V_0\left(R\sin\alpha\cdot\left(R\cos(\alpha+\Delta\alpha)-R\cos\alpha\right)\right)=$$

$$=p_0V_0R^2\sin\alpha\left(-2\sin\frac{+\Delta\alpha}{2}\sin\left(\alpha+\frac{\Delta\alpha}{2}\right)\right)\approx-p_0V_0R^2\sin\alpha(+\Delta\alpha)\sin\alpha=$$

$$=p_0V_0R^2\sin^2\alpha(-\Delta\alpha)\Rightarrow$$

$$\delta Q=0\to\delta A+\Delta U=0;\to\frac{5}{2}p_0V_0R^2(+\Delta\alpha)\cos 2\alpha-p_0V_0R^2\sin^2\alpha(-\Delta\alpha)=0$$

$$\frac{5}{2}\cos 2\alpha-\sin^2\alpha=0;\quad 5\cos 2\alpha-2\left(\frac{1-\cos 2\alpha}{2}\right)=0;$$

$$5\cos 2\alpha-1+\cos 2\alpha=0;\quad 6\cos 2\alpha=+1;\quad \cos 2\alpha=+\frac{1}{6}$$

~~$2\alpha=\arccos\frac{1}{4},=\pi-\arccos\frac{1}{4};\quad \alpha=\frac{\pi}{2}-\frac{\arccos\frac{1}{4}}{2}$~~

$2\alpha=\arccos\frac{1}{6}$

$\alpha=\arccos\frac{1}{6}$

стр6

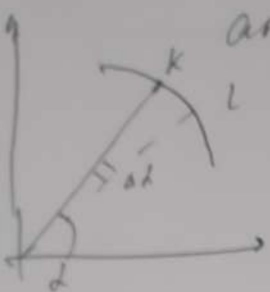
Чистовик Ф 11

№2

$$\Delta U = \frac{5}{2}\nu R\,\Delta T = \frac{5}{2}\Delta(pV) = \frac{5}{2}(p_к V_к - p_н V_н) =$$

аналогично первому

$$= \frac{5}{2} p_0 V_0 \left(\frac{p_к}{p_0}\frac{V_к}{V_0} - \frac{p_н}{p_0}\frac{V_н}{V_0}\right) =$$



$$= \frac{5}{2} p_0 V_0 \left(R\sin(\alpha+\Delta\alpha)\, R\cos(\alpha-\Delta\alpha) - R\sin\alpha\, R\cos\alpha\right) =$$

$$= \frac{5}{2}\frac{p_0 V_0 R^2}{2}\left(\sin(2\alpha - 2\Delta\alpha) - \sin 2\alpha\right) =$$

$$= \frac{5}{2}\frac{p_0 V_0 R^2}{2}\, 2\sin(-\Delta\alpha)\cos(2\alpha - \frac{\Delta}{2}) \approx$$

$$\approx \frac{5}{2} p_0 V_0 R^2 (-\Delta\alpha)\cos 2\alpha$$

$$\delta A = p\,dV = p_0 V_0 \frac{p_н}{p_0}\left(\frac{V_к}{V_0} - \frac{V_н}{V_0}\right) =$$

$$= p_0 V_0 R\sin\alpha\, R\left(\cos(\alpha - \Delta\alpha) - \cos\alpha\right) = p_0 V_0 R^2 \sin\alpha\left(-2\sin\frac{-\Delta\alpha}{2}\sin(\alpha - \frac{\Delta\alpha}{2})\right) =$$

$$\approx 2 p_0 V_0 R^2 \sin\alpha\, \frac{\Delta\alpha}{2}\sin\alpha = p_0 V_0 R^2 \sin^2\alpha\, \Delta\alpha$$

$$C = 0 \to \delta Q = 0 \to \delta A + \Delta U = 0 \to \frac{5}{2} p_0 V_0 R^2 (-\Delta\alpha)\cos 2\alpha + p_0 V_0 R^2 \sin^2\alpha\,\Delta\alpha = 0$$

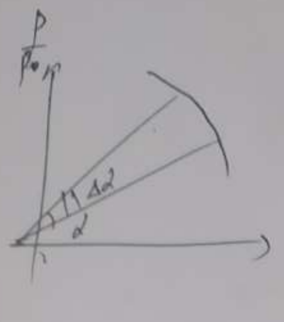
$$\frac{5}{2}\cos 2\alpha - \sin^2\alpha = 0; \quad 5\cos 2\alpha - 2\frac{1-\cos 2\alpha}{2} = 0; \quad 6\cos\alpha = 1;$$

$$\cos 2\alpha = \frac{1}{6}; \quad \cos^2\alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2} = \frac{1+\frac{1}{6}}{2} = \frac{7}{12};$$

$$\cos\alpha = \sqrt{\frac{7}{12}};$$

Чистовик

№2

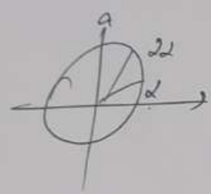


$$dQ = p_0V_0R^2\,\Delta\alpha\left(-\frac{5}{2}\cos 2\alpha + \sin^2\alpha\right) =$$

$$= p_0V_0R^2\,\Delta\alpha\,\frac{-5\cos 2\alpha + 1 - \cos 2\alpha}{2} =$$

$$= \frac{p_0V_0R^2}{2}(1-6\cos 2\alpha)\,\Delta\alpha,$$

при $\alpha_0 = \arccos\sqrt{\frac{7}{12}}$ $dQ=0$ если α чуть больше α_0, то $|\cos 2\alpha|$ чуть меньше $\frac{1}{6}$ $\Rightarrow$ $1-6\cos 2\alpha > 0$ $\Rightarrow$



при $\Delta\alpha > 0$, то есть идём по часовой стрелке $dQ=0$ $\Rightarrow$

тепло подводится в процессе 1-k, а в 2-k — отводится

По одной из формул КПД

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_н} = 1 - \frac{Q_{k2}}{Q_{1k}}$$

$$Q_{1k} = \int_1^k dQ = \int_{\cancel{90-22,5^\circ}\ \alpha_0}^{\cancel{\alpha_0}\ 90-22,5^\circ} \frac{p_0V_0R^2}{2}(1-6\cos 2\alpha)\,d\alpha =$$

$$= \frac{p_0V_0R^2}{2}\left(\alpha\Big|_{43,3^\circ=\alpha_0}^{67,5^\circ} - \frac{6}{2}\sin 2\alpha\Big|_{43,3^\circ}^{67,5^\circ}\right) =$$

$$\approx \frac{p_0V_0R^2}{2}\left(23,2^\circ - 3\cdot\left(-\frac{1}{\sqrt{2}} - 1\right)\right) = \frac{p_0V_0R^2}{2}(0,4 + 3\cdot 1,7) =$$

$$= \frac{5,5}{2}\,p_0V_0R^2$$

Черновик

№2

$$Q_X = Q_{к2} = \int_{\alpha\,15°}^{\alpha_0 = 43{,}8°} \frac{p_0 V_0 R^2}{2}(1 - 6\cos 2\alpha)\, d\alpha =$$

$$= \frac{p_0 V_0 R^2}{2}\left(\alpha \Big|_{15°}^{43{,}8°} - \frac{6}{2}\sin 2\alpha \Big|_{15°}^{43{,}8°}\right) =$$

$$= \frac{p_0 V_0 R^2}{2}\left(28{,}8° - 3\left(1 - \frac{1}{2}\right)\right) = \frac{p_0 V_0 R^2}{2}\left(0{,}502 - \overset{-1{,}5}{\overline{3\,\frac{1}{2}}}\right) =$$

$$= \frac{-p_0 V_0 R^2}{2}, \Rightarrow$$

$$\eta = 1 - \left|\frac{Q_x}{Q_н}\right| = 1 - \left|\frac{-\frac{p_0 V_0 R^2}{2}}{\frac{5{,}5}{2} p_0 V_0 R^2}\right| = 1 - \frac{1}{5{,}5} \approx 82\%$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta T_{12}}{T_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2} \approx 0{,}41$

2) $\alpha = \frac{1}{2}\arccos\frac{1}{6}$ или $\cos\alpha = \sqrt{\frac{7}{12}}$

3) $\eta = 1 - \left|\frac{Q_x}{Q_н}\right| = 1 - \left|\frac{\int_2^k dQ}{\int_k^1 dQ}\right| =$

$$= 1 - \left|\frac{\int_{15°}^{43{,}8°} 1 - 6\cos 2\alpha\, d\alpha}{\int_{43{,}8°}^{83{,}5°} 1 - 6\cos 2\alpha\, d\alpha}\right| \approx 82\%$$

P.S. пределы интегрирования такие, т.к. в математике угол отсчитывается против часовой стрелки

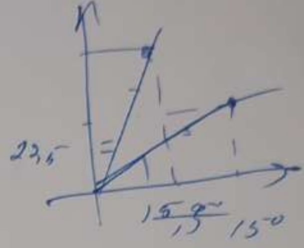
Черновик

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$p_2V_2 = \nu RT_2$

$$\frac{\delta T_{12}}{T_2} = \frac{|T_1 - T_2|}{T_2} = \frac{|p_1V_1 - p_2V_2|}{\nu R\ T_2}$$

$$= \frac{|p_1V_1 - p_2V_2|}{p_2V_2} = \left|\frac{p_1V_1}{p_2V_2} - 1\right|$$



$p_1' = R\cos 22{,}5$

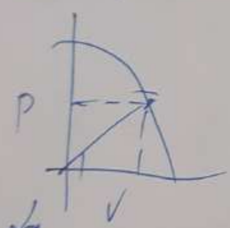
$V_1 = R\sin 22{,}5$

$p_2 =$

$C = 0 \Leftrightarrow dQ = 0, \to \delta A + \delta U = 0$

$p\,dV + \delta U = 0;$ при $\left(\frac{p}{p'}\right)^2 + \left(\frac{V}{V'}\right)^2 = R^2$

$pV = \nu RT$



$$\nu R\,\Delta T = \frac{\delta(pV)}{\nu R T} = R^2\left(\sin(\alpha+\Delta\alpha)\cos(\alpha+\Delta\alpha) - \sin\alpha\cos\alpha\right) =$$

$$= R^2\left(\frac{\sin(2\alpha+2\Delta\alpha)}{2} - \frac{\sin 2\alpha}{2}\right) \approx \frac{R^2}{2}\, 2\sin\Delta\alpha\cos 2\alpha \approx$$

$$\frac{R^2}{2}\cos 2\alpha(-\Delta\alpha)$$

$\Delta V = R\left((\cos(\alpha+\Delta\alpha) - \cos\alpha\right) = -2R\sin\alpha\cos\Delta\alpha$
$= |-2R\sin\alpha\,\Delta\alpha$

$dQ = R\sin\alpha$

$R^2\cos 2\alpha(-\Delta\alpha) - 2R^2\sin\alpha\,\Delta\alpha\sin\gamma$

(1)

№ 2 ~~Чистовик~~ Ф11 Черновик

$\cancel{\sin\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\arccos\frac{1}{4}}{2}\right) = \cos\frac{\arccos\frac{1}{4}}{2} =}$

$\cos 2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 \qquad \cos^2\alpha = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} = \frac{+\frac{1}{6}+1}{2} = \frac{7}{12};$

$\cancel{\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3}{8}};} \qquad \cos\alpha = \frac{7}{12}$

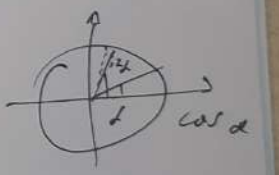
3) КПД по ~~это~~ одной из формул

$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_н}$, где Q_x – отведённое тепло
$Q_н$ – подведённое –.

Т.к. в процессе 2-1 по усл. $Q = 0$, то

Q_x и $Q_н$ „находятся" только в процессе 1-2.

$dQ = \cancel{\frac{5}{2}}\, p_0 V_0 R^2 (-\Delta\alpha)\left(\frac{5}{2}\cos 2\alpha + \sin^2\alpha\right) =$

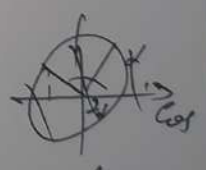


$= +\cancel{\frac{5}{2}}\, p_0 V_0 R^2 \Delta\alpha \left(\frac{3}{2}\cos 2\alpha - \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}\right) =$

$= +p_0 V_0 R^2 \Delta\alpha \,\frac{6\cos 2\alpha - 1}{2}$; при $\alpha_0 = \frac{1}{2}\arccos\frac{1}{6}$ ~~$\frac{\pi}{2} - \frac{\arccos\frac{1}{4}}{2}$~~

$dQ = 0$, если $\alpha > \alpha_0$ чуть-чуть, то $|\cos 2\alpha|$

будет немного ~~больше~~ меньше $\frac{1}{6}$, а $\Rightarrow 6\cos 2\alpha - 1$ будет $< 0 \Rightarrow$



$dQ < 0$, при $\Delta\alpha > 0 \Rightarrow$ в процессе 1-К тепло ~~подводится~~ отводится,

а в процессе К-2 ~~отводится~~. подводится

2 стр 7

~~Касательн~~ Ф 11 Черновик

№2

$$\cancel{Q_{1k} = \int_{\cancel{90-1}}^{k} dQ = \int_{1}^{k} -p_0 V_0 R^2 \, d\alpha \, \frac{4\cos 2\alpha + 1}{2} =}$$

$$\cancel{= -\frac{p_0 V_0 R^2}{2} \int_{1}^{k} (4\cos 2\alpha + 1) \, d\alpha,}$$

~~Вообще пределы интегрирован~~

$$Q_x = Q_{1k} = \int_{k}^{k} dQ = \int$$

③

№ 2 ~~Чистовик~~ Черновик Ф 11

4) $Q_н = Q_{1к} = A_{1к} + \Delta U_{1к}$ ~~не так~~

Часть 2

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

Шифр: **21200981**

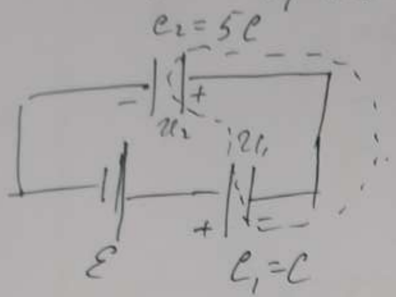
ID профиля: **374629**

Вариант 8

Чистовик Ф 11

№ 3

1) Рассмотрим цепь до замыкакания ключа



т.к. ~~Конденсаторы изначально~~ но ~~не заряжены и соединены последовательно,~~

~~то на них будет~~ Пусть $U_{C_1} = U_1$, $U_{C_2} = U_2$

По 2ому правилу кирхгофа для данной цепи

$\circlearrowright$: $\mathcal{E} = U_1 + U_2$

А по ЗСЗ ~~выделе~~ для выделенной пунктиром области: $-U_1C_1 + U_2C_2 = 0+0$

Имеем

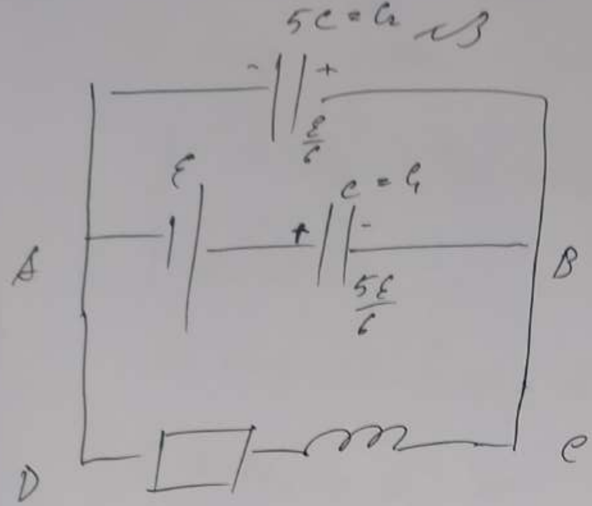
$$\begin{cases} \mathcal{E} = U_1 + U_2 \\ U_1C_1 = U_2C_2 \end{cases} \quad \begin{cases} \mathcal{E} = U_1 + U_2 \\ U_1C = U_2 \cdot 5C \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \mathcal{E} = U_1 + U_2 \\ U_1 = 5U_2 \end{cases} \rightarrow$$

$U_1 = \frac{5\mathcal{E}}{6}$, $U_2 = \frac{\mathcal{E}}{6}$

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа; т.к. напряжение на конденсаторах скачком не меняется, то $U_{C_1}' = U_1' = U_1$ и $U_{C_2}' = U_{C_2} = U_2$

Т.к. ток в катушке скачком не меняется, а до замыканию ключа, тока в катушке нет, СПР

Чистовик Ф11



то $I_R = I_L = 0$

(т.к. соединены последовательно), ~~(а тока не было, т.к. данная часть цепи не была ни с~~

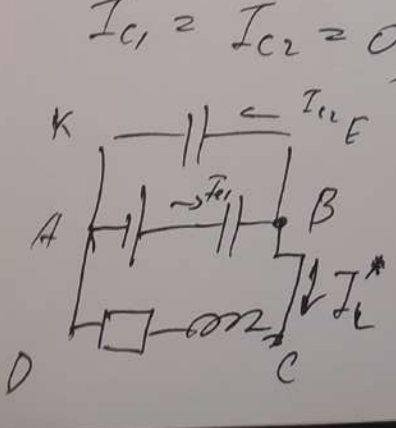
~~Воспользуемся методом потенциа~~ т.к. $I_R = 0$, то $U_R = I R = 0$

По 2ому правилу Кирхгофа для ABCD ↻:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = U'_{1c} + U_L + U_R \\ U_R = 0 \\ U'_{1c} = U_1 = \frac{5\mathcal{E}}{6} \end{cases} \to U_L = \mathcal{E} - U_1 = \mathcal{E} - \frac{5\mathcal{E}}{6} = \frac{\mathcal{E}}{6}$$

а еще $U_L = L I' \to I'(0) = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E}}{6L}$.

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии. в уст. состоянии, как известно, ~~$U_{C_1} = U$~~ $I_{C_1} = I_{C_2} = 0$, и $U_L^* = 0$; По первому правилу Кирхгофа



для узла B: $\begin{cases} I_{C_1} = I_L^* + I_{C_2} \\ I_{C_1} = I_{C_2} = 0 \end{cases} \to I_L^* = 0 \Rightarrow$

т.к. R и L соединены последовательно, то $I_R = I_L^* = 0 \Rightarrow U_R = 0$.

Чистовик

№3

По 2ому правилу Кирхгофа для ABCD $\circlearrowright$:

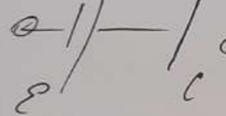
$$\begin{cases} \varepsilon = U_{C_1}^* + U_L + U_R \\ U_L = 0 \\ U_R = 0 \end{cases} \Rightarrow U_{C_1}^* = \varepsilon.$$

По 2ому правилу Кирхгофа для ABEK $\circlearrowleft$:

$$\begin{cases} \varepsilon = U_{C_1}^* + U_{C_2}^* \Rightarrow \\ U_{C_1}^* = \varepsilon \end{cases} \qquad U_{C_2}^* = \cancel{\Phi}\,\varepsilon - U_{C_1}^* = \varepsilon - \varepsilon = 0;$$

По ЗСЭ от момента замыкания ключа до уст режима $A_\varepsilon = Q + \Delta W$;

$A_\varepsilon = \varepsilon \Delta q$; - работа источника эдс



$$\begin{cases} \text{было } \frac{5\varepsilon}{6}C \\ \text{стало } \varepsilon C \end{cases} \rightarrow \Delta q = \varepsilon C - \frac{5\varepsilon}{6}C = \frac{\varepsilon C}{6}$$

$$A_\varepsilon = \varepsilon \Delta q = \frac{\varepsilon C}{6}\varepsilon = \frac{\varepsilon^2 C}{6},$$

~~ΔW - изм. эне~~: $\Delta W = W_2 - W_1$, W_2 - энергия в конце

$$W_2 = \frac{L I_L^{*2}}{2} + \frac{C U_{C_1}^{*2}}{2} + \frac{C U_{C_2}^{*2}}{2} = 0 + \frac{C\varepsilon^2}{2} + 0 = \frac{C\varepsilon^2}{2}$$

W_1 - энергия сразу после замыкания

$$W_1 = \frac{L I_L^2}{2} + \frac{C U_1^2}{2} + \frac{C U_2^2}{2} = 0 + \frac{C\left(\frac{5\varepsilon}{6}\right)^2}{2} + \frac{C}{2}\left(\frac{\varepsilon}{6}\right)^2;$$

$$W_1 = \frac{25C\mathcal{E}^2}{2\cdot 36} + \frac{C}{2}\cdot\frac{\mathcal{E}^2}{36} = \frac{C\mathcal{E}^2}{72}(25+1) =$$

$$= \frac{26C\mathcal{E}^2}{72} = \frac{13C\mathcal{E}^2}{36}; \Rightarrow$$

$$Q = A_\mathcal{E} - \Delta W = A_\mathcal{E} - (W_2 - W_1) =$$

$$= \frac{\mathcal{E}^2 C}{6} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{13C\mathcal{E}^2}{36} = \frac{C\mathcal{E}^2}{36}(6-18+13) =$$

$$= \frac{C\mathcal{E}^2}{36}$$

4б) ~~2ое закон правило Ки~~ 2ой закон Кирхгофа для ABEK Э: $\mathcal{E} = U_1 + U_2$. Продифференцируем данное равенство по времени: $0 = U_1' + U_2'$

По определению тока через конденсатор для C_1: $I_1 = q_1' = CU_1'$ C_2: $I_2 = -q_2' = -5CU_2'$. (т.к. I_2 „втекает" в отрицательную обкладку, а заряд там $-q_2$)

~~Имеем Тогда $I_2 = I_0$~~

Рассмотрим нужный в зад вопросе момент: в этот момент $I_2 = I_0$. Имеем

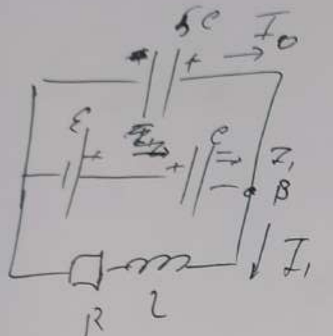
$$\begin{cases} U_1' + U_1' = 0 \\ I_1 = CU_1' \\ I_2 = -5CU_2' = I_0 \end{cases} \Rightarrow \quad I_1 = CU_1' = C(-U_2') = -C\cdot\frac{-I_0}{5C} = +\frac{I_0}{5}$$

Чистовик Ф11

~~№3~~

~~По 1ому закону Кирхгофа для узла B:~~

$\cancel{I_1 = I_2 + I_L \to I_L^{**} = I_1 - I_2 =}$



№3

После замыкания ключа заряд на C_2 будет уменьшаться: утекать через L и R ⇒ ток I_0, в [illegible], направлена слева направо через C_2

По определению тока через конденсатор

C_1: $I_1 = +\dot q_1 = C U_1'$ C_2: $I_0 = -\dot q_2 = -5C U_2'$

"+" т.к. "уносит" с отрицательной обкладки

"−" возникает из-за того что ток "уносит" заряды с ~~отрицательной~~ положительной обкладки. ~~Имеем Тогда~~

Имеем:
$$\begin{cases} U_1' + U_2' = 0 \\ I_1 = C U_1' \\ I_0 = -5C U_2' \end{cases} \to I_1 = C U_1' = C(-U_2') = C\frac{I_0}{5C} = \frac{I_0}{5}$$

По 1ому правилу Кирхгофа для узла B: $I_1 + I_0 = I_L$

$I_L = \frac{I_0}{5} + I_0 = \frac{6I_0}{5}$.

ОТР 5 | ~~ОТР~~

Чистовик 9º 11

№3

Т.к катушка и резистор соединены последовательно, то $I_R = I_L = \frac{6 I_0}{5}$;

$U_R = I_R R = \frac{6 I_0 R}{5}$ (по закону Ома)

Ответ: ~~1)~~ $\cancel{\frac{d I_L(x)}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{6}}$

1) $\frac{d I_L}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{6L}$

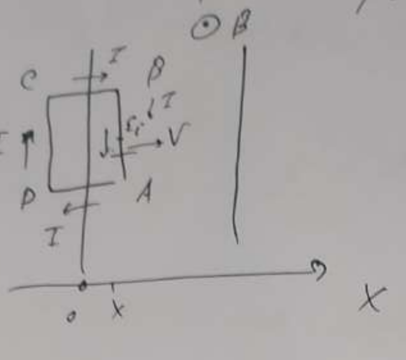
2) $Q = \frac{C \mathcal{E}^2}{36}$

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

Чистовик

№4

1) Рассмотрим процесс въезда рамки в поле.



Пусть правый конец рамки имеет координату x, а скорость рамки V, тогда в стороне AB возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_{i_1} = BVd$

в ~~сторо~~ частях сторон CB и DA ЭДС индукции не возникает, т.к BC и AD $\perp$ возможному движению электронов.

и ~~ЭДС~~ $\mathcal{E}_{i_1}$ в AB направлено вниз (определяем по правилу левой руки). По 2ому правилу Кирхгофа для ~~R~~ рамки $\mathcal{E}_{i_1} = IR \to I = \frac{\mathcal{E}_{i_1}}{R} = \frac{BVd}{R}$

На ~~обе~~ часть сторон BC и AD внутри поля действует сила ампера, но ~~со~~ суммарная сила действующая на две эти стороны $=0$, т.к силы на AD и BC равны по модулю и противоположно направлены. Сила ампера действующая на сторону AB $F_A = BIl_{AB} = B\frac{BVd}{R}d = \frac{VB^2d^2}{R}$ направлена влево (по правилу левой руки)

По 2ЗН для рамки на Ox:

$-F_A = ma_x$ (*) $\quad \cancel{-B^2d^2V} \quad -\frac{B^2d^2V}{R} = m\frac{dV_x}{dt} \,|\cdot dt$

$-\frac{B^2d^2dx}{R} = m\,dV_x$; Просуммируем данное равенство

За время въезда

$$\int_0^{b} -\frac{B^2 d^2 dx}{R} = \int_{V_0}^{V_0^*} m\, dV_x \to \quad -\frac{B^2 d^2 b}{R} = m(V_0^* - V_0) \to$$

$$V_0^* = V_0 - \frac{B^2 d^2 b}{mR};$$

Для ответа на первый пункт воспользуемся равенством (*) $-F_A = ma_x$; $-\frac{B^2 d^2 V}{R} = ma_x$; $\to$

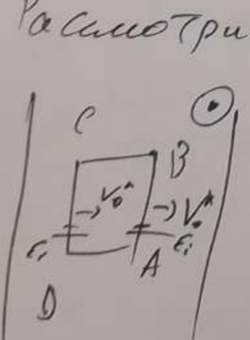
~~Данно можно спрашивать~~ $a_x = \frac{-B^2 d^2 V}{mR}$

как только рамка въедет в поле $V = V_0 \to$

$$a_x = \frac{-B^2 d^2 V_0}{mR} \quad \to \quad a = |a_x| = \left|-\frac{B^2 d^2 V_0}{mR}\right| = \frac{B^2 d^2 V_0}{mR}$$

2) ~~Расс~~ Т.к. $H = 3d > b = \frac{2d}{3}$, то есть такое время когда рамка находится полностью внутри поля.

Рассмотрим такой процесс, как уже говорилось



ЭДС индукции не возникает в сторонах BC и AD (см 1), а в сторонах BA и CD ЭДС индукции равны $\mathcal{E}_{i_{AB}} = BVl_{AB}$; $\mathcal{E}_{i_{CD}} = BVl_{CD}$, но т.к. $CD = AB = d \Rightarrow \mathcal{E}_{i_{AB}} = \mathcal{E}_{i_{CD}}$.

Чистовик 9.11

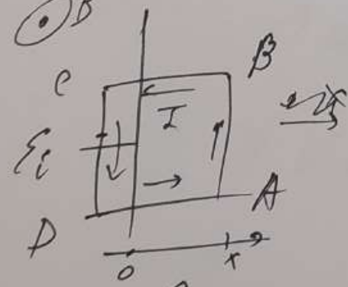
№4

ЭДС индукции в AB и CD обе действуют вниз (определяем по правилу левой руки), а тогда по 2ому закону Кирхгофа для рамки:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_{iAB} - \mathcal{E}_{iCD} = IR \Rightarrow IR = 0 \to I = 0 \\ \mathcal{E}_{iAB} = \mathcal{E}_{iCD} \end{cases}$$

Т.к. тока в рамке нет, то силы Ампера на неё не действуют, а сила тяжести и реакции стола нас не интересуют, они ⊥ плоскости движения. Т.к. нет сил, то 2 ЗН не будет и ускорения, а значит внутри рамка движется равномерно со скоростью V_0.

Рассмотрим ~~прое~~ процесс выезда рамки из поля. Он аналогичен процессу въезда, только ток поменяет направление:



$\mathcal{E}_{iBC} = \mathcal{E}_{iDA} = 0$; $\mathcal{E}_{iAB} = 0$, т.к. AB вне поля $\mathcal{E}_{iCD} = BVd$;

По 2ому закону Кирхгофа $\mathcal{E}_{iCD} = IR$

$I = \frac{\mathcal{E}_{iCD}}{R} = \frac{BVd}{R}$; по 2 ЗН на OX

$-F_A = ma_x$; $-BId = ma_x$; $-\frac{B^2d^2V}{R} = m\frac{dV_x}{dt}$ $| \cdot dt$

$-\frac{B^2d^2 dx}{R} = m\,dV_x$; Суммируем данное равенство

Чистовик

№4

~~За~~ в время выезде

$$\int_0^{\ell} -\frac{B^2 d^2 dx}{R} = \int_{V_0^*}^{V_2} m\, dV_0 \to \frac{-B^2 d^2 \ell}{R} = m(V_2 - V_0^*) \Rightarrow$$

$$V_2 = V_0^* - \frac{B^2 d^2 \ell}{mR} = V_0 - \frac{B^2 d^2 \ell}{mR} - \frac{B^2 d^2 \ell}{mR} =$$

$$= V_0 - \frac{2B^2 d^2 \ell}{mR};$$

Осталось найти V_1, когда правая сторона рамки только выйдет из поля у рамки ~~оказ~~ появится ускорение аналогично первому, но оно будет конечно, и скорость скачком не поменяется $\Rightarrow$ искомая V_1 - это скорость с кот. рамка движется внутри поля, то есть $V_1 = V_0^* = V_0 - \frac{B^2 d^2 \ell}{mR}$

Ответ: 1) $a = \frac{B^2 d^2 V_0}{mR}$

2) $V_1 = V_0 - \frac{B^2 d^2 \ell}{mR} = V_0 - \cancel{\frac{2B^2 d^3}{3mR}} = V_0 - \frac{2B^2 d^3}{3mR}$

3) $V_2 = V_0 - \frac{2B^2 d^2 \ell}{mR} = V_0 - \frac{4B^2 d^3}{3mR}$

Чистовик Ф 11

№5

1) В тексте условия сказано, что человек начинает не различать предметы с расстояния 25 см, а предел аккомодации → 0 см (стремится) ⇒ искомый в первом вопросе $x \in$ ~~(0; 25) см~~ (0 см; 25 см)

2) Пусть $d_1 = 25$ см, оптическая сила очков для чтения книги D_1, а оптическая сила очков для рассматривания удалённых предметов D_2, d_2 - расстояния до удалённых предметов (может быть разными). f - расстояние от поверхности глаза до сетчатки

Известно, что глаз схож с линзой, поэтому если вплотную к нему приставить очки, то ~~фор~~ формула тонкой линзы примет вид:

$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = D_1 + D_{гл}$ (1) где $D_{гл}$ - оптическая сила глаза (в случае чтения книги)

$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} = D_2 + D_{гл}$ (2) - в случае разглядывания удалённых предметов.

Чистовик Ф11

№5

В общем случае Dгл не обязательно одинаково, но при выборе очков для близоруких людей Dгл берётся за максимально возможное.

(1) − (2): $\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} = D_1 - D_2$;

т.к. d_2 может стремится к $+\infty$ (это очень удалёные предметы), то левая часть может быть >0 $\Rightarrow$ правая часть $>$ $\Rightarrow$ $D_1 > D_2$. ~~по усл~~ в усл. сказано, что либо $\frac{D_1}{D_2} = 5$ либо $\frac{D_2}{D_1} = 5$, но т.к. $D_1 > D_2$ мы понимаем что реализуется именно вариант

$$\frac{D_1}{D_2} = 5 \text{ или } D_1 = 5D_2 \Rightarrow$$

$\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} = 5D_2 - D_2 = 4D_2$, возьмём $d_2 \to \infty$

тогда $4D_2 = \frac{1}{d_1} \Rightarrow D_2 = \frac{1}{4d_1} = \frac{1}{4 \cdot 25\text{см}} = \frac{1}{1\text{м}} = 1$ дптр

это и есть искомая величина в 1ом вопросе

стр 12

№5 чистовик Ф11

3) Пусть $d_3 = 50$ см, D_3 - искомая оптическая сила во 2ом вопросе. тогда по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d_3} + \frac{1}{f} = D_3 + D_{гл} \quad (3)$$

(3) - (1) : $$\frac{1}{d_3} - \frac{1}{d_1} = D_3 - D_1$$

$$D_3 = D_1 + \frac{1}{d_3} - \frac{1}{d_1} = 5D_2 + \frac{1}{d_3} - \frac{1}{d_1} =$$

$$= 5 \cdot 1 дптр + \frac{1}{50 см} - \frac{1}{25 см} = (5 + 2 - 4) дптр = 3 дптр$$

Ответ: 1) ~~$x \in (0; 25)$~~

$x \in (0 см; 25 см)$,

$D_2 = 1 дптр$

2) $D_3 = 3 дптр$

Черновик

$\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f}=D_г$

$\frac{1}{d_2}+\frac{1}{f}=D_{очк}+D_г$ $d_1 \in (0;25)$

$\frac{1}{d_3}+\frac{1}{f}=D_{луп}+D_г$ $D_{луп}=D_{оч}=5$ дптр.

$\frac{1}{d_2}-\cancel{\frac{1}{d_3}}^{0}=D_{оч}-D_{луп}=4$ дптр

4 дптр $=\frac{1}{d_2}$: дптр $=\frac{1}{4d_2}=\frac{1}{4\cdot 25\,см}=\frac{1}{1\,м}=1$

$=1$ диоптр

$\frac{1}{d_4}+\frac{1}{f}=D+D_г$

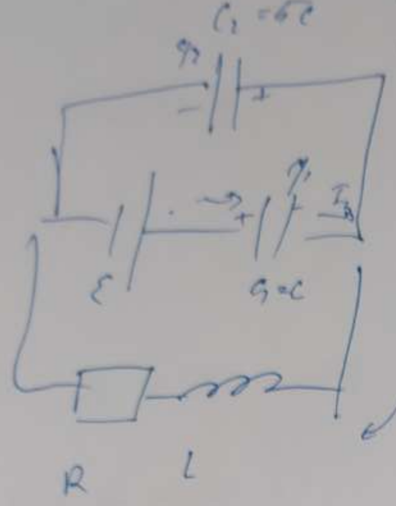
$\frac{1}{d_2}-\frac{1}{d_4}=D_{очк}-D$

$D=\frac{-1}{d_2}+\frac{1}{d_4}+D_{очк}=\frac{-1}{25\,см}+\frac{1}{50\,см}+5$ дптр

$=(-4+2+5)$ дптр $=3$ дптр

$D_г=\frac{1}{d_2}+\frac{1}{f}-$

Черновик



№1

$\uparrow I_1$

$\downarrow I_L$

$I_1 = I_2 + I_L$

$\dot q_1 = \dot q_2 + I_L;\ \ddot q_1 = \ddot q_2 + I_L'$

2) $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{5C}$

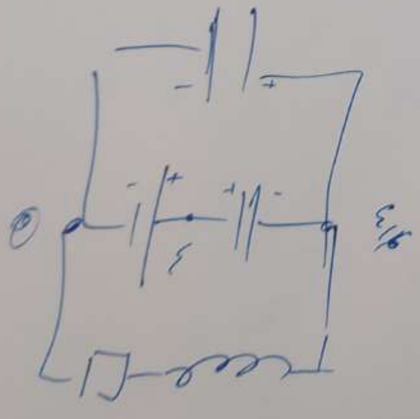
~~$\mathcal{E} = q$~~

$0 = L I_L' + I_L R + \frac{q_2}{5C}$

$$\begin{cases} 0 = L\cdot(\ddot q_1 - \ddot q_2) + (\dot q_1 - \dot q_2)R - \frac{q_2}{5C} \\ 5(C\mathcal{E} - q_1) = q_2 \end{cases}$$

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

$0 = L\left(\frac{-\ddot q_2}{5} - \ddot q_2\right) + \left(-\frac{\dot q_2}{5} - \dot q_2\right) - \frac{q_2}{5C}$



$$\begin{cases} I_0 = \dot q_2 = 5C u_2' \\ \mathcal{E} = u_1 + u_2 \end{cases}$$

$0 = u_1' + u_2'$

$u_1 = \mathcal{E} - u_2$

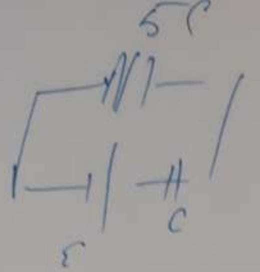
$u_1' = -u_2' = -\frac{I_0}{5C}$

$u_R = R I_L$

$u_L + u_R =$

2

5C Черновик

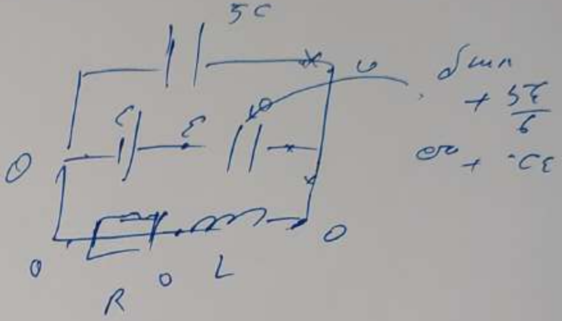


$$\frac{q}{C} + \frac{q}{5C} = \mathcal{E}$$

$$q = \mathcal{E}\,\frac{5C^2}{6C} = \frac{5C\mathcal{E}}{6}$$

$$u_1 = \frac{5\mathcal{E}}{6};\quad u_2 = \frac{\mathcal{E}}{6};$$

$$u_L(0) = \mathcal{E} - u_1 = \frac{\mathcal{E}}{6} = LI' \to I' = \frac{\mathcal{E}}{6L}$$



$$Q = A + \Delta W$$

$$u_{1k} = \mathcal{E}; \quad u_{2k} = 0$$

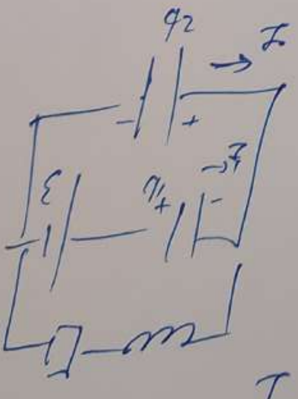
$$W_k = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + 0 + 0$$

$$W_{0} = \frac{C\left(\frac{5\mathcal{E}}{6}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{\mathcal{E}}{6}\right)^2}{2} + 0$$

$$A = \mathcal{E}\Delta q = \frac{C\mathcal{E}}{6}\mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$$

$$Q = A - W_k + W_0 = \frac{C\mathcal{E}^2}{6} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{C}{2}\,\frac{25\mathcal{E}^2}{36} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2\cdot 36} =$$

$$= \frac{C\mathcal{E}^2}{72}\left(\underbrace{12 - 36}_{-24} + \underbrace{25}_{1} + 1\right) = \frac{C\mathcal{E}^2}{72}\,2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{36}$$



$$\begin{cases} I_0 = -q_2' = -5C\,u_2' \\ I_1 = +q_1' = C\,u_1' \\ \mathcal{E} = u_1 + u_2)' \quad 0 = u_1' + u_2' \end{cases}$$

$$\to I_1 = Cu_1' = C(-u_2)' = C\,\frac{I_0}{5C} = \frac{I_0}{5}$$

$$I_L = I_0 + \frac{I_0}{5} = \frac{6I_0}{5}$$

3

Черновик

$$\frac{Тл^2 м^3}{кг\ Ом}$$

$F_A = BIl$

$Iл м \quad I = \frac{BVl}{R}$

$$\frac{Тл\ м^2}{с\ Ом}$$

$$BIl = \frac{B^2 l^2 V}{R} = m\, dV_x$$

$$m\frac{B^2 l^3}{R} = V$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{BVd}{R}$$

$$F_A = -\frac{B^2 d^2 V}{R} = ma_x$$

$$\frac{-B^2 d^2 dx}{R} = m\, dv_x$$

$$V_0' - V_0 = \frac{-B^2 d^2 l}{Rm} = -\frac{2B^2 d^3}{3Rm}$$

4