Часть 1

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

Шифр: **21201832**

ID профиля: **128885**

Вариант 5

Чистовик. Вариант 11-05.

$tg\beta = \frac{3}{4}$

$\cos\alpha = \frac{12}{13}$ ($\Rightarrow \sin\alpha = \frac{5}{13}$); $\cos\beta = \frac{4}{5}$ ($\Rightarrow \sin\beta = \frac{3}{5}$).

1.

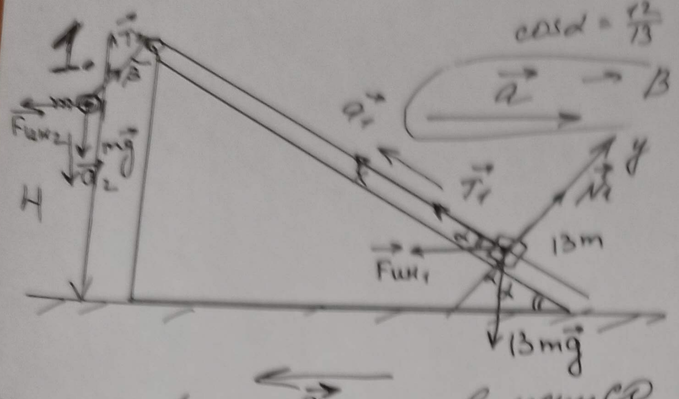


рис.1 $\vec a$ – в неин. СО

$\vec a$ → В лаборат. СО, перейдем в неин. СО $\Rightarrow$ „всё" вокруг движется с $\vec a$ влево; $\vec F_{ин} = -m\vec a$, а клин покоится.

II з.Н. для бруска (с учётом сил инерции) (рис.1)

$$\sum \vec F = m\vec a$$

$$\Rightarrow \vec N_1 + 13m\vec g + \vec T_1 + \vec F_{ин_1} = m\vec a_1$$

$$(1')\begin{cases} ox: T_1 + F_{ин_1}\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = ma_1\cdot 13 \\ F_{ин_1} = \cancel{ma} = 13ma \end{cases}$$

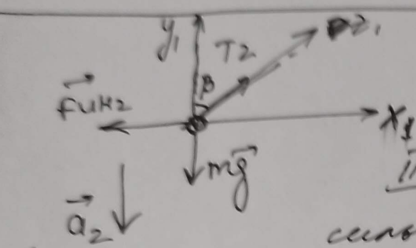


рис.2

II з.Н. для шарика (с учётом силы инерции): $\sum \vec F = m\vec a$ (рис.2)

$$m\vec g + \vec T_2 + \vec F_{ин_2} = m\vec a_2$$

$$(2)\begin{cases} ox_1: & T_2\sin\beta - F_{ин_2} = 0 \\ oy_1: & T_2\cos\beta - mg = -ma_2 \\ & F_{ин_2} = ma \end{cases}$$

Объединим (1) и (2) в систему, учитывая лёгкую и нерастяжимую нить $T_1 = T_2$ (~~по III з.Н.~~)

$$\begin{cases} T_1 = T_2 = T \\ T_1 + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = ma_1 13 \\ T_2\sin\beta = ma \\ T_2\cos\beta = mg - ma_2 \end{cases}$$

подставим $T = T_2 = \frac{ma}{\sin\beta}$ в другие ур-я

$$\begin{cases} \frac{ma}{\sin\beta} + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = ma_1 13 \\ \frac{ma}{\sin\beta}\cos\beta = mg - ma_2 \end{cases}$$

Запишем кинематическую связь: $\Delta x = -\Delta z_1$ ← малое смещение шарика по оси Oz_1

Δx – малое смещение бруска по оси Ox

они равны, т.к. нить нерастяжима; $\Delta z_1 = \Delta x_1\sin\beta = \Delta y_1\cos\beta$

$\Rightarrow \Delta x_z = -\Delta y_1\cos\beta \Rightarrow a_1 = -(-a_2\cos\beta) = a_2\cos\beta \Rightarrow \boxed{a_1 = a_2\cos\beta}$

(продифференцируем по времени дважды)

21201832 (U128885 M1264545)

Чистовик. Вариант 11-05.

1. $$\begin{cases} \frac{ma}{\sin\beta} + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = 13ma_1 \\ \frac{ma}{\sin\beta}\cdot\cos\beta = mg - ma_2 \\ \boxed{a_1 = a_2\cos\beta} \end{cases}$$
– подставим a_1 в 1-ое ур-е системы

$$\begin{cases} \frac{ma}{\sin\beta} + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = 13ma_2\cos\beta \\ ma_2 = mg - \frac{ma}{tg\beta} \end{cases}$$
– подставим ma_2 в 1-ое ур-е системы

$$\boxed{a_2 = g - \frac{a}{tg\beta}}$$

$$\frac{ma}{\sin\beta} + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = 13mg\cos\beta - 13\frac{ma\cos\beta}{tg\beta}$$

$$ma\left(\frac{1}{\sin\beta} + 13\cos\alpha + 13\frac{\cos\beta}{tg\beta}\right) = 13(mg\sin\alpha + mg\cos\beta) \,\Big|:m$$

1) $$a = \frac{13(\sin\alpha + \cos\beta)\cdot g}{\frac{1}{\sin\beta} + 13\cos\alpha + 13\frac{\cos\beta}{tg\beta}} = \frac{13g(\sin\alpha + \cos\beta)\cdot\sin\beta}{1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta}$$

$$a = \frac{13g(\sin\alpha + \cos\beta)\sin\beta}{1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta}$$

$$a = \frac{13\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot\left(\frac{5}{13} + \frac{4}{5}\right)\cdot\frac{3}{5}}{1 + 13\cdot\frac{12}{13}\cdot\frac{3}{5} + 13\cdot\frac{16}{25}} = 10\frac{м}{с^2}\cdot\frac{3 + \frac{12\cdot 13}{25}}{1 + \frac{36}{5} + \frac{13\cdot 16}{25}} = \frac{75 + 156}{25 + 180 + 388}\cdot 10\frac{м}{с^2} =$$
$$= \frac{231}{593}\cdot 10\frac{м}{с^2} \approx 3{,}90\frac{м}{с^2}.$$

2) Ускорение бруска относит. клина – a_1; направлено вдоль пов-ти клина (под углом α к горизонт.)

$$a_1 = a_2\cos\beta = \left(g - \frac{a}{tg\beta}\right)\cos\beta = \left(g - \frac{13g(\sin\alpha + \cos\beta)\sin\beta}{(1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta)\cdot tg\beta}\right)\cos\beta =$$

$$= g\left(\frac{(1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta)\cdot tg\beta - 13\sin\alpha\sin\beta - 13\cos\beta\cdot\sin\beta}{(1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta)\,tg\beta}\right)\cdot\cos\beta =$$

$$= g\left(\frac{tg\beta + 13\cos\alpha\cdot\frac{\sin\beta}{tg\beta} - 13\sin\alpha\cdot\sin\beta}{1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta}\right)\frac{\cos^2\beta}{\sin\beta} = g\left(\frac{\cos\beta + 13\cos\alpha\cos\beta - 13\sin\alpha\cdot\cos^2\beta}{1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta}\right)$$

$$a_1 \approx 3{,}84\frac{м}{с^2}$$

лист 2.

21201832 (U128885 M1264545)

Чистовик. Вариант 11-05

1. 3) В неин. СО шарик стоит на месте, стол движется с горизонт. ускорением => можно посчитать время, за которое в ИСО шарик с ускор. a_2 преодолеет H (оно будет равно в любой СО)

$$\vec{S} = \vec{v_0} t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \Rightarrow H = 0 \cdot t + \frac{a_2 t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_2}}$$

$$a_2 = g - \frac{a}{tg\beta} = g - \frac{13g\sin\alpha\cdot\sin\beta + \cos\beta\cdot\sin\beta\, 13g}{tg\beta + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta\cdot tg\beta + 13\cos\beta\cdot\sin\beta} =$$

$$= g\left(\frac{tg\beta + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta\, tg\beta - 13\sin\alpha\cdot\sin\beta}{tg\beta + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta\, tg\beta + 13\cos\beta\cdot\sin\beta}\right) \approx 4{,}8\ \frac{м}{с^2}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_2}} = \sqrt{\frac{2H}{g - \frac{a}{tg\beta}}}$$

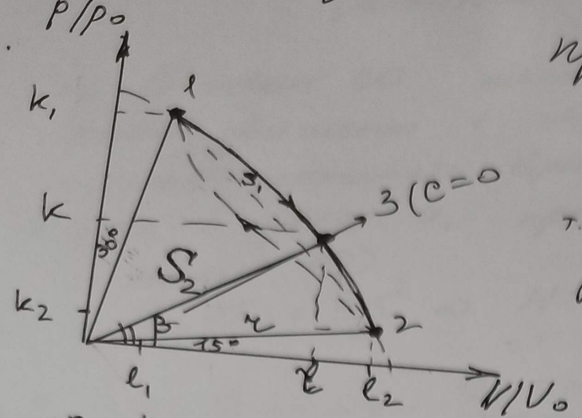
Ответ: 1). $a = \frac{13g(\sin\alpha + \cos\beta)\cdot\sin\beta}{1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta} \approx 3{,}90\ \frac{м}{с^2}$

2) $a_1 = \left(g - \frac{a}{tg\beta}\right)\cos\beta \approx 3{,}84\ \frac{м}{с^2}$

3) $t = \sqrt{\frac{2H}{g - \frac{a}{tg\beta}}}$

1

Чистовик Вариант 11-05.

2\. 

Пусть $\frac{p_1}{p_0} = k_1$; $\frac{p_2}{p_0} = k_2$

$\frac{V_2}{V_0} = l_2$; $\frac{V_1}{V_0} = l_1$

т. 1 и 2 лежат на окр-ти;

ур-е окружности: $x^2+y^2=r^2$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_1^2 + l_1^2 = r^2 \\ k_2^2 + l_2^2 = r^2 \end{cases}$$

$\sin 15° = \frac{k_2}{r} \Rightarrow k_2 = r\sin 15°$

$\cos 15° = \frac{l_2}{r} \Rightarrow l_2 = r\cdot\cos 15°$

$tg 15° = \frac{k_2}{l_2} \Rightarrow k_2 = l_2\cdot tg 15°$ (*)

$\sin 30° = \frac{l_1}{r} \Rightarrow l_1 = r\cdot\sin 30°$

$\cos 30° = \frac{k_1}{r} \Rightarrow k_1 = r\cos 30°$

$(tg 30° = \frac{l_1}{k_1} \Rightarrow l_1 = k_1 tg 30°$ (*) $)$

~~$r^2 = k_1^2 + l_1^2 = k_1^2 + k_1^2 tg^2 30° = \frac{k_1^2}{\cos^2 30} \Rightarrow k_1$~~

1\) Из ур-е Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$

$$\Rightarrow p_1V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow (k_1p_0)\cdot(l_1 V_0) = \nu RT_1 \Rightarrow$$

$$T_1 = \frac{k_1 l_1 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_2V_2 = \nu RT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_2V_2}{\nu R} = \frac{k_2 l_2 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{k_1 l_1 p_0 V_0/\nu R}{k_2 l_2 p_0 V_0/\nu R} = \frac{l_1 k_1}{l_2 k_2} = \frac{(r\cdot \sin 30°)\cdot(r\cdot\cos 30°)}{(r\cdot\sin 15°)\cdot(r\cdot\cos 15°)} =$$

$$= \frac{\sin 30°\cdot\cos 30°}{\sin 15°\cdot\cos 15°} = \frac{\sin 60°}{\sin 30°} = \frac{\sqrt{3}/2}{1/2} = \sqrt{3}$$

2\). $Q = A + \Delta U \Rightarrow \delta Q = \delta A + \Delta U = p\,dV + \frac{i}{2}(p\,dV + V dp)$

$$\delta Q = p\,dV\left(1+\frac{i}{2}\right) + \frac{i}{2}V dp$$

$$C = \frac{\delta Q}{dT\cdot\nu} \Rightarrow \begin{cases} C = 0 \\ C = \frac{\delta Q}{dT\cdot\nu}\end{cases} \Rightarrow \delta Q = 0; \begin{cases} p\,dV\left(1+\frac{i}{2}\right) + \frac{i}{2}V dp = 0. \\ т.3\ (C=0) \Rightarrow V_3 = lV_0 \\ \qquad p_3 = kp_0.\end{cases}$$

$$\Rightarrow k^2 + l^2 = r^2 \Rightarrow l = \sqrt{r^2 - k^2}$$

$$\Rightarrow dV = d(lV_0) = d\left(\sqrt{r^2-k^2}\,V_0\right) = \frac{-2k\,dk}{2\sqrt{r^2-k^2}}V_0$$

$$dp = d(kp_0) = dk\cdot p_0$$

лист 4

Чистовик Вариант 11-05.

2.

2) $$\begin{cases} p\,dV\left(1+\frac{i}{2}\right) + \frac{i}{2}V\,dp = 0 \\ dV = \frac{-\cancel{2}k\,dk}{\cancel{2}\sqrt{r^2-k^2}}\cdot V_0 \end{cases}$$; $dp = dk\cdot p_0$; $p = kp_0$; $V = \ell V_0 = \sqrt{r^2-k^2}\,V_0$

$$k p_0 \frac{-k\,dk}{\sqrt{r^2-k^2}} V_0 \left(1+\frac{i}{2}\right) + \frac{i}{2}\underbrace{V}_{\ell V_0=\sqrt{r^2-k^2}V_0}\cdot dk\, p_0 = 0$$

$$\frac{\cancel{p_0}\cancel{V_0}\, k^2 \cancel{dk}\left(1+\frac{i}{2}\right)}{\sqrt{r^2-k^2}} = \frac{i}{2}\cdot\sqrt{r^2-k^2}\,\cancel{V_0 p_0}\,\cancel{dk}$$

$$k^2\left(1+\frac{i}{2}\right) = \frac{i}{2}\left(r^2-k^2\right).$$

$$k^2\left(1+\frac{i}{2}+\frac{i}{2}\right) = \frac{i}{2}r^2$$

$$k^2(1+i) = \frac{i}{2}r^2$$

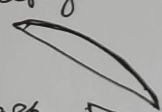
$$\begin{cases} k^2 = \dfrac{i r^2}{2(1+i)} \\ i=3 \end{cases} \Rightarrow k^2 = \frac{3}{2\cdot(1+3)}r^2 = \frac{3}{8}r^2$$

$$k = \sqrt{\frac{3}{8}}\,r^{\cancel{2}}$$

$$\Rightarrow k = \sqrt{\frac{3}{8}}\,r \Rightarrow \sin\beta = \frac{k}{r} = \sqrt{\frac{3}{8}}$$

(β - иском. угол)

3) $$\alpha = \frac{A_{цикл}}{A_{расш}} = \frac{2S_1}{S_2+2S_1}$$

S_1 – площадь 

S_2 – площадь 

S_2+2S_1 – площадь сегмента

$$S_1 = \frac{S_{сегм} - S_\Delta}{2} = \frac{\frac{\frac{\pi}{4}r^2}{2} - \frac{\sin\frac{\pi}{4}\cdot r^2}{2}}{2} = \frac{r^2}{4}\left(\frac{\pi}{4} - \sin\frac{\pi}{4}\right)$$

$$S_2 + 2S_1 = \frac{\frac{\pi}{4}r^2}{2} = \frac{\pi}{8}r^2$$

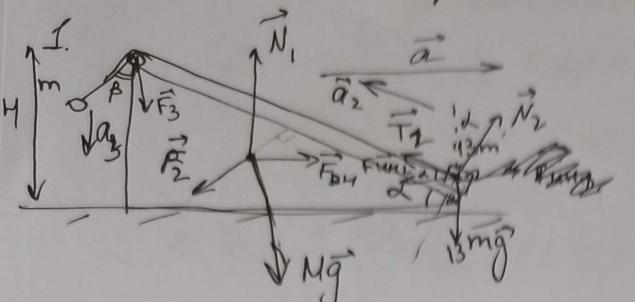
$$\alpha = \frac{2S_1}{S_2+2S_1} = \frac{\frac{r^2}{2}\left(\frac{\pi}{4}-\sin\frac{\pi}{4}\right)}{\frac{\pi}{8}r^2} = \frac{4\left(\frac{\pi}{4}-\sin\frac{\pi}{4}\right)}{\pi} = \frac{\pi - 4\sin\frac{\pi}{4}}{\pi} = \frac{\pi-2\sqrt{2}}{\pi}$$

Ответ: 1) $T_1/T_2 = \sqrt{3}$ 2) $\sin\beta = \sqrt{\frac{3}{8}}$ 3) $\alpha = \frac{\pi - 2\sqrt{2}}{\pi}$

лист 5.

Черновик. Вариант 11-05

1.



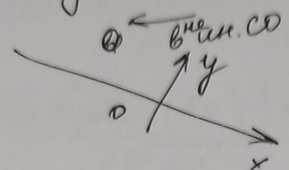
$\cos\alpha = \frac{12}{13}$ a - ?

$\cos\beta = \frac{4}{5}$ a_{op} - ? (отн. клина)

t - ? (шарик → стол)

для груза:

$\vec{N_2} + \vec{T_2} + \vec{F_{ин_2}} + 13m\vec{g} = 13m\vec{a_2}$

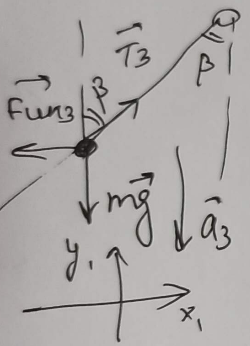


$$\begin{cases} Ox: & -T_2 - F_{ин_2}\cos\alpha + 13mg\sin\alpha = -13ma_2 \\ Oy: & N_2 - 13mg\cos\alpha - F_{ин_2}\sin\alpha = 0 \end{cases}$$

$F_{ин_2} = 13ma$

$T_2 + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = 13ma_2$

$N_2 - 13mg\cos\alpha - 13ma\sin\alpha = 0$



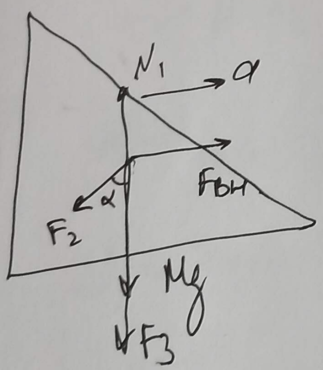
$\vec{T_3} + \vec{F_{ин_3}} + m\vec{g} = m\vec{a_3}$

$$\begin{cases} Ox_1: & T_3\sin\beta - F_{ин_3} = 0 \\ Oy_1: & T_3\cos\beta - mg = -ma_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_3\sin\beta = ma \\ T_3\cos\beta = mg - ma_3 \end{cases}$$

нить перес. ⇒ $a_3\cos\beta = a_2$

$T_3 - mg$ $T_3 = T_2$



~~$F_{вн} - F_2\sin\alpha = Ma$~~

$$\begin{cases} T + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = 13ma_2 \\ T\sin\beta = ma \\ T\cos\beta = mg - m\frac{a_2}{\cos\beta} \end{cases}$$

$a_2 = \frac{T\cos\beta + mg}{m}\cos\beta$

$T + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = -13T\cos^2\beta + 13mg\cos\beta$

$$\begin{cases} T + 13ma\cos\alpha \\ T = \frac{ma}{\sin\beta} \end{cases}$$

$\frac{ma}{\sin\beta} + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = -\frac{13ma\cos\beta}{\operatorname{tg}\beta} + 13mg\cos\beta$

$a\left(\frac{m}{\sin\beta} + 13m\cos\alpha + 13m\frac{\cos\beta}{\operatorname{tg}\beta}\right) = 13mg(\sin\alpha + \cos\beta)$

$a = \frac{13(\sin\alpha + \cos\beta)\, g\sin\beta}{1 + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta + 13\cos^2\beta}$

Черновик

$Q = A + \Delta U$ 1,4 0,7

$\delta A = p\,dV$ 0,785

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

$\delta Q = p\,dV + \frac{i}{2}p\,dV + \frac{i}{2}V\,dp = p\,dV\left(1+\frac{i}{2}\right) + \frac{i}{2}V\,dp$

$$\begin{cases} C = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T} \Rightarrow \Delta Q = 0 \\ C = 0 \end{cases}$$

$\eta = \frac{2\left(\frac{\pi}{8}r^2 - \frac{\sqrt{2}}{2}r^2\right)}{S_{сем}} = \frac{\left(\frac{\pi}{4}r^2 - \frac{\sqrt{2}}{2}r^2\right)}{\frac{\pi}{8}r^2} = \frac{\frac{\pi}{4} - \frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\pi}{8}} = -1{,}215 \approx 0{,}2175$

$p\,dV\left(\frac{2+i}{2}\right) + \frac{i}{2}V\,dp = 0$

$k^2 + l^2 = r^2 \Rightarrow l^2 = r^2 - k^2$

$l = \sqrt{r^2-k^2}$

$\Rightarrow V = l \cdot V_0 = \sqrt{r^2-k^2}\cdot V_0$

$p = k \cdot p_0$

$k\cdot \cancel{p_0}\left(\frac{-2k\,dk}{\sqrt{r^2-k^2}}V_0\right)\cdot\frac{2+i}{\cancel{2}} =$

$= -\frac{i}{\cancel{2}}\cdot\sqrt{r^2-k^2}\cdot V_0\cdot dk\,\cancel{p_0}$

$k\frac{2k\,\cancel{dk}}{\sqrt{r^2-k^2}}\cancel{V_0}(2+i) = i\sqrt{r^2-k^2}\cdot\cancel{V_0}\,\cancel{dk}$

$2k^2\,\cancel{dk} = \frac{i}{2+i}(r^2-k^2)\cancel{dk}$

$2k^2 = \frac{i}{2+i}r^2 - \frac{i}{2+i}k^2$ $i=3$

$k^2 = \frac{\frac{i}{2+i}r^2}{2+\frac{i}{2+i}} = \frac{ir^2}{4+3i} = \frac{3r^2}{4+3\cdot 3} = \frac{3}{13}r^2$

$\Rightarrow k = \sqrt{\frac{3}{13}}\,r$

$\sin\beta = \sqrt{\frac{3}{13}}.$

$\eta = \frac{A}{A_{расш}} = \frac{S_2}{S_1}$

S_2 – площадь 2

$S_2 = 2(S_{сем} - S_\Delta) =$

$= 2\left(\frac{\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{12}\right)\cdot}{2}\cdot r^2 - \frac{\sin\frac{\pi}{4}\cdot r^2}{2}\right) =$

πr^2

$= 2\left(\frac{\frac{\pi}{4}}{2}\cdot r^2 - \sin\frac{\pi}{4}r^2\right) = 2\left(\frac{\pi}{8}r^2 - \frac{\sqrt{2}}{2}r^2\right).$

21201832 (U128885 M1264545)

1. Черновик

$$a=\frac{13(\sin\alpha-\cos\beta)\sin\beta}{1+13\cos\alpha\cdot\sin\beta-13\cos^2\beta}g$$

$\cos\alpha=\frac{12}{13}\Rightarrow\sin\alpha=\sqrt{1-\frac{144}{169}}=$

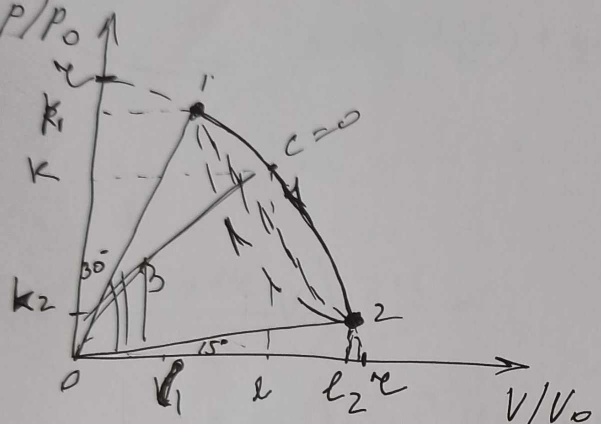
$=\sqrt{\frac{25}{169}}=\frac{5}{13}$

$\cos\beta=\frac{4}{5}\Rightarrow\sin\beta=\sqrt{1-\frac{16}{25}}=\frac{3}{5}$

$$a=\frac{13\left(\frac{5}{13}-\frac{4}{5}\right)\cdot\frac{3}{5}}{1+\cancel{13}\cdot\frac{12}{\cancel{13}}\cdot\frac{3}{5}-13\cdot\frac{16}{25}}g=\frac{3-\frac{13\cdot4\cdot3}{25}}{1+\frac{12\cdot3}{5}-\frac{13\cdot16}{25}}g=\frac{-\frac{81}{25}}{-\frac{3}{25}}g=\frac{-81g}{-3}=$$

$=27g$

2. $i=3$



$\frac{T_1}{T_2}$ -? ; $tg\beta$ (β - угол τ в точке $c=0$ 1-2)

$\frac{A}{A_{расш}}$ -?

$x^2+y^2=r^2$ - ур-е окружн.

$\Rightarrow l_1^2+k_1^2=r^2$

$l_2^2+k_2^2=r^2$

$tg15°$

$\sin15°=\frac{k_2}{r}$; $\cos15°=\frac{l_2}{2}$

$\Rightarrow tg15°=\frac{k_2}{l_2}$

$\sin30°=\frac{l_1}{r}$; $\cos30°=\frac{k_1}{2}$; $tg30°=\frac{l_1}{k_1}$

$$\begin{cases}l_1^2+k_1^2=r^2\\ l_1=k_1\cdot tg30°\end{cases}\Rightarrow k_1^2(1+tg^2 30°)=r^2$$

$1+tg^2\alpha=\frac{1}{\cos^2 x}$

$\frac{k_1^2}{\cos^2 30}=r^2$

$$\begin{cases}l_2^2+k_2^2=r^2\\ k_2=l_2\cdot tg15\end{cases}\Rightarrow l_2^2(1+tg^2 15°)=r^2\Rightarrow\frac{l_2^2}{\cos15°}=r^2$$

$p_1V_1=\nu RT_1$

$(k_1p_0)\cdot(l_1V_0)=\nu RT_1$

$p_2V_2=\nu RT_2$

$(k_2p_0)\cdot(l_2V_0)=\nu RT_2$

$\frac{k_1}{\cos30}=r$; $\frac{l_2}{\cos15}=r$

$\Downarrow$ $\Downarrow$

$l_1=r\cdot\sin30°$; $k_2=r\cdot\sin15°$

$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{k_1l_1}{k_2l_2}=\frac{r^2\cos30\cdot\sin30}{r^2\cdot\cos15\cdot\sin15}=\frac{\sin60}{\sin30}=\frac{\frac{\sqrt3}{2}}{\frac12}=\sqrt3$$

21201832 (U128885 M1264545)

Часть 2

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

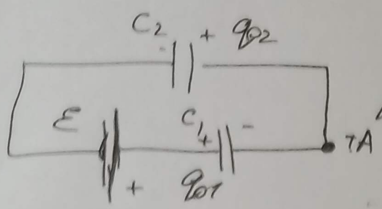
Шифр: **21201832**

ID профиля: **128885**

Вариант 5

Чистовик. Вариант 11-05.

3. До замыкания ключа: по з-ну Кирхгофа для контура:



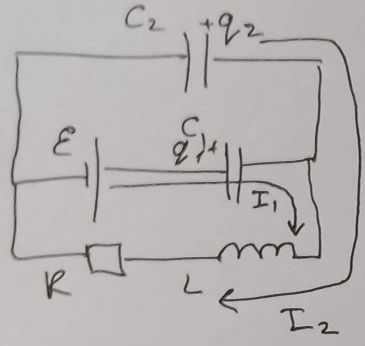
$$\mathcal{E} = U_1 + U_2 = \frac{q_{01}}{C_1} + \frac{q_{02}}{C_2}$$

конден. изначально не заряжены $\Rightarrow$ по закону сохр. заряда для т. А:

$$-q_{01} + q_{02} = 0 \Rightarrow q_{01} = q_{02} = q$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = \frac{3}{2}\frac{q}{C} \Rightarrow \boxed{q = \frac{2}{3}\mathcal{E}C}$$

после замыкания ключа:



1) по правилу Кирхгофа: ($I_1 + I_2 = I$ ← ток через катушку и резистор)

$$\begin{cases} \mathcal{E} = \dfrac{q_1}{C_1} + L\dfrac{dI}{dt} + IR \\ \text{Сразу после замыкания ключа} \\ q_1 = q_{01} = \dfrac{2}{3}\mathcal{E}C \\ I = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{2}{3}\frac{\mathcal{E}C}{C} + L\frac{dI}{dt} + 0 \cdot R$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - \frac{2}{3}\mathcal{E}}{L} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$$

1) $\boxed{\dfrac{dI}{dt} = \dfrac{\mathcal{E}}{3L}}$

2) $$\begin{cases} \mathcal{E} = \dfrac{q_1}{C_1} + L\dfrac{dI}{dt} + IR \\ \dfrac{q_2}{C_2} = \mathcal{E} - \dfrac{q_1}{C_1} \\ dq_2 = -I_2\,dt \\ dq_1 = I_1\,dt \end{cases}$$

ЗСЭ: $A = Q + \Delta U \Rightarrow$

$$A_{ист} + W_1 = W_2 + Q$$

$$W_1 = \frac{q_{01}^2}{2C_1} + \frac{q_{02}^2}{2C_2} = \left(\frac{2}{3}\mathcal{E}C\right)^2\left(\frac{1}{2C} + \frac{1}{4C}\right) = \frac{3}{4C}\cdot\frac{4}{9}\mathcal{E}^2C^2 = \frac{\mathcal{E}^2C}{3}$$

Система придёт в равновесие, когда $U_2 = \frac{q_{2к}}{C_2} = 0$ $(q_{2к} = 0)$; $\mathcal{E} - \frac{q_{1к}}{C_1} = 0 \Rightarrow q_{1к} = \mathcal{E}C_1 = \mathcal{E}C$.

~~ток~~ через катушку и резистор равен нулю.

$$A_{ист} = \mathcal{E}\cdot\Delta q = \mathcal{E}(q_{1к} - q_{01}) = \mathcal{E}\left(\mathcal{E}C - \frac{2}{3}\mathcal{E}C\right) = \frac{1}{3}\mathcal{E}^2C.$$

$$W_2 = \frac{q_{1к}^2}{2C_1} + \frac{q_{2к}^2}{2C_2} + \frac{LI_к^2}{2} = \frac{(\mathcal{E}C)^2}{2C} + 0 + 0 = \frac{\mathcal{E}^2C}{2}$$

$$\Rightarrow Q = A_{ист} + W_1 - W_2 = \frac{1}{3}\mathcal{E}^2C + \frac{1}{3}\mathcal{E}^2C - \frac{\mathcal{E}^2C}{2} = \mathcal{E}^2C\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) = \frac{\mathcal{E}^2C}{6}$$

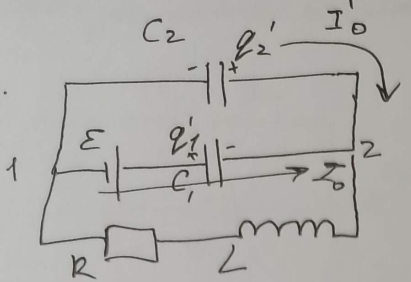
$\boxed{2)\ Q = \dfrac{\mathcal{E}^2C}{6}}$

лист 1

Чистовик   Вариант 11-05.

3.

3).



~~из закона сохр. заряда~~

$\cancel{q_1' + q_2' = q_{01} + q_{02} = 0}$

$\cancel{\Rightarrow q_2' = q_1'}$

$$\begin{cases} U_{21} = \varphi_2 - \varphi_1 = \mathcal{E} - \dfrac{q_1'}{C_1} \\ U_{21} = \varphi_2 - \varphi_1 = \dfrac{q_2'}{C_2} \\ U_{21} = L\dfrac{dI}{dt} + I_R R \end{cases}$$

$$\begin{cases} dU_{21} = d\left(\mathcal{E} - \dfrac{q_1'}{C_1}\right) = \\ \quad = -\dfrac{dq_1'}{C_1} \\ dU_{21} = d\left(\dfrac{q_2'}{C_2}\right) = \dfrac{dq_2'}{C_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -\dfrac{dq_1'}{C_1} = \dfrac{dq_2'}{C_2} \\ dq_1' = +I_0\,dt \\ dq_2' = -I_0'\,dt \end{cases} \Rightarrow \dfrac{-I_0 dt}{C_1} = -\dfrac{I_0'\,dt}{C_2}$$

$$\Rightarrow I_0' = \frac{C_2}{C_1} I_0 = 2I_0.$$

$\Rightarrow$ ток через катушку $I_L = I_0 + I_0' = I_0 + 2I_0 = 3I_0$

3) $I_L = 3I_0$

Ответ: 1) $\dfrac{dI}{dt} = \dfrac{\mathcal{E}}{3L}$

2) $Q = \dfrac{\mathcal{E}^2 C}{6}$

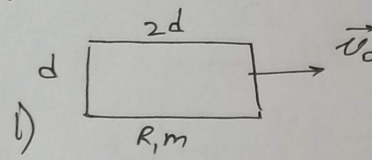
3) $I_L = \dfrac{\mathcal{E}}{3L}$

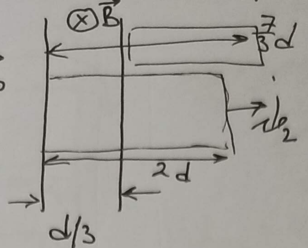
лист 2

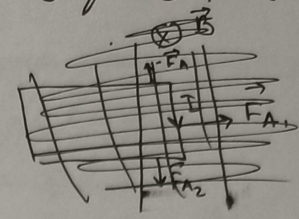
Чистовик. Вариант 11-05.

4.

1)



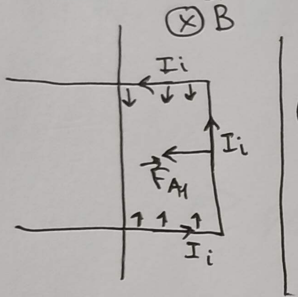




$$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(BS\cos\alpha)}{dt} = \frac{B\,dS}{dt} = \frac{B d v_0\, dt}{dt} = B d v_0$$

$S = v_0 t d \Rightarrow dS = d\, v_0\, dt$

По пр. левой руки на вертик. (относит. рисунка) правую сторону действует F_{A_1} ~~вправо~~ влево (по пр. буравчика ток при ⊗$\vec{B}$ направлен по часовой стрелке в контуре, но из пр. Ленца при изменении $(\Delta\Phi > 0)$. Φ возникает индукц. ток, "поглащающий" $\Delta\Phi \Rightarrow$



$\Rightarrow I_i$ направлено против часовой стрелки ~~до момента, когда прямоуг. не пройдет~~ до момента, когда пр. часть не покинет поле, ~~когда $\Delta\Phi < 0$~~ ~~когда левая часть зайдет в поле~~

$\Rightarrow F_{A_1}$ направл. влево; F_A на боковые (горизонт.) стороны компенсируют друг друга)

$\mathcal{E}_i = B d v_0$; $\mathcal{E}_i = I_i R$

II з.Н.: $F_{A1} = ma \Rightarrow a = \frac{F_{A1}}{m} = \frac{BIl}{m} = \frac{BI_i d}{m}$

$$\Rightarrow a = \frac{BI_i d}{m} = \frac{B\mathcal{E}_i d}{mR} = \frac{Bd}{mR}\cdot B d v_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

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

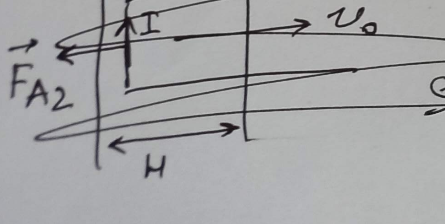
~~2). Из кинематики~~ $\cancel{S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow S_1 = \frac{d}{3} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}}$

$\cancel{S_1 = H = \frac{d}{3}}$

$\cancel{\Rightarrow v_1^2 = \frac{2ad}{3} + v_0^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2ad}{3} + v_0^2}}$

$\cancel{a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}}$ $\cancel{= \sqrt{\frac{2B^2 d^3 v_0}{3mR} + v_0^2}}$

~~3) до $S_{пр} = \frac{2}{3}d \cdot 2$; $a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$; после~~ $\cancel{\mathcal{E}_{i_2} = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = \left|\frac{B\,dS_2}{dt}\right| =}$



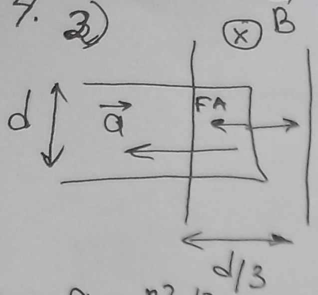
$\cancel{= \left|\frac{Bd\left(\frac{d}{3} - v_0 dt\right)}{dt}\right|}$ $\cancel{= \left|\frac{Bd(-v_0 dt)}{dt}\right| = \left|-Bdv_0\right| = Bdv_0}$

$\cancel{S_2 = \frac{d}{3} - v_0 t \Rightarrow dS_2 = -v_0 dt}$

лист 3

Чистовик. Вариант 11-05

4. 3)



$\vec{v}_0$ для короткого момента $\Delta x = v_0 t - \frac{at^2}{2} \Rightarrow$ ~~$\frac{d}{\Delta S} = d(v_0$~~

после попадания правой части рамки в поле и до того, как правая часть покинет поле

$$dS = d\left(v_0 dt - \frac{2at\,dt}{2}\right) =$$

$$= d(v_0 dt - at\,dt).$$

$a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$ - в начальный момент $\Rightarrow \mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B\,dS}{dt} = Bd\,\frac{v_0 dt - at\,dt}{dt}$

после этого $\Rightarrow a = 0$. $\Delta\Phi = 0$ (когда прав. часть вне поля и левая часть вне поля).

$$\mathcal{E}_i = Bd(v_0 - at).$$

$$\mathcal{E}_i = I_i R \quad \Rightarrow \quad F_A = BIl = BI_i d = B\frac{\mathcal{E}_i}{R} d$$

$$\begin{cases} F_A = \frac{Bd}{R} \cdot Bd(v_0 - at) = \frac{(Bd)^2}{R}(v_0 - at) \\ F_A = ma \end{cases}$$

$$\frac{(Bd)^2}{R} v_0 - \frac{(Bd)^2}{R} at = ma$$

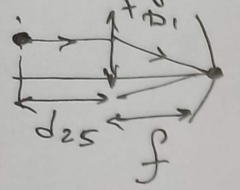
$$a = \frac{\frac{(Bd)^2 v}{R}}{\frac{(Bd)^2 t}{R} + m}$$

Чистовик Вариант 11-05.

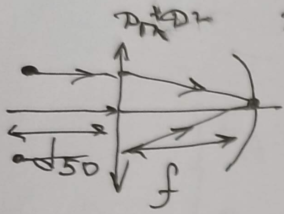
5. Оптические силы глаза и линзы будут складываться; D_1 - очков для чтения;
D_2 - очки для дали

$$D_{гл} + D_1 = \frac{1}{F_{гл}} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_{25}} + \frac{1}{f}$$

f - расст. от зрачка до сетчатки $f = const$



$$\frac{D_1}{D_2} = 2$$



2)

$$\begin{cases} D_2 + D_{гл} = \frac{1}{d_{50}} + \frac{1}{f} \\ D_{гл} + D_1 = \frac{1}{d_{25}} + \frac{1}{f} \end{cases}$$

$$\begin{cases} D_2 - D_1 = \frac{1}{d_{50}} - \frac{1}{d_{25}} \\ D_1 = 2D_2 \end{cases}$$

$$D_2 - 2D_2 = \frac{1}{d_{50}} - \frac{1}{d_{25}}$$

$$D_2 = \frac{1}{d_{25}} - \frac{1}{d_{50}} = \frac{d_{50} - d_{25}}{d_{25} \cdot d_{50}}$$

$$D_2 = \frac{(50-25) \cdot 100 \frac{дптр}{см}}{(25 \cdot 50) см} = \frac{100}{50} дптр = 2 дптр$$

1)

$$D_{гл} + D_1 = \frac{1}{F_{гл}} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_{25}} + \frac{1}{f} \qquad D_1 = 2D_2 = \frac{(d_{50} - d_{25})2}{d_{25} d_{50}}$$

$$D_{гл} = \frac{1}{d_{гл}} + \frac{1}{f} \; ; \; \frac{1}{d_{гл}} \to 0$$

Ответ:

2) $D_2 = \frac{d_{50} - d_{25}}{d_{25} \cdot d_{50}} = 2 дптр$

4. ~~Черновик~~ ~~Чистовик~~ Чистовик. Вариант 11-05.

$\Rightarrow$ до $S_{пр} = 2d$ $\quad a = \dfrac{B^2 d^2 v_0}{mR}$ вправо; (О

после: $S_2 = (2d + H) - S_{пр} = (2d + \frac{d}{3}) - 2d = \frac{d}{3}$ (когда $\Delta\Phi < 0$)

$a_2 = a = \dfrac{B^2 d^2 v_0}{mR}$ ($a_2 = a$, т.к. $\mathcal{E}_i$; F_A и т.д. по модулю равны и до, и после $S_{пр}$)

a_2 влево.

$$\Rightarrow \quad S_{пр} = 2d = \frac{{v_2'}^2 - v_0^2}{2a} \quad \Rightarrow v_2' = \sqrt{4ad + v_0^2}$$

v_2' - скорость рамки, когда левая сторона рамки достигнет поля.

$$S_2 = \frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - {v_2'}^2}{-2a}$$

$$\Rightarrow v_2^2 = {v_2'}^2 - \frac{2ad}{3} = (4ad + v_0^2) - \frac{2ad}{3} = \frac{10}{3}ad + v_0^2$$

$$\Rightarrow \quad v_2 = \sqrt{\frac{10}{3}ad + v_0^2} = \sqrt{\frac{10}{3}\frac{B^2 v_0^2 d^3}{mR} + v_0^2}$$

Ответ: 1) $a = \dfrac{B^2 d^2 v_0}{mR}$

2) $v_1 = \sqrt{\dfrac{2B^2 d^3 v_0}{3mR} + v_0^2}$

3) $v_2 = \sqrt{\dfrac{10}{3}\dfrac{B^2 v_0 d^3}{mR} + v_0^2}$

лист 6.

~~лист 4~~

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

$$\frac{q_2}{C_2} = L\frac{dI}{dt} + IR$$

$dq_2 = I_2 dt$

$dq_1 = I\,dt + I_2 dt$

$dq_1 = (I + \cancel{I_2})dt$

$\underline{dq_2} = I_2 dt$

$q_1 = \mathcal{E}C_1$

конечн. ток 0.

$$\frac{1}{3}\mathcal{E}^2 C + \mathcal{E}\cdot\frac{1}{3}\mathcal{E}C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + Q$$

$$\Rightarrow Q = \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right)\mathcal{E}^2 C =$$

$$= 4-3 = \frac{1}{6}\mathcal{E}^2 C$$

через $C_1 \to I_0$

$\boxed{dq_1 = I_0 dt} \Rightarrow dU = -\frac{I_0 dt}{C}$

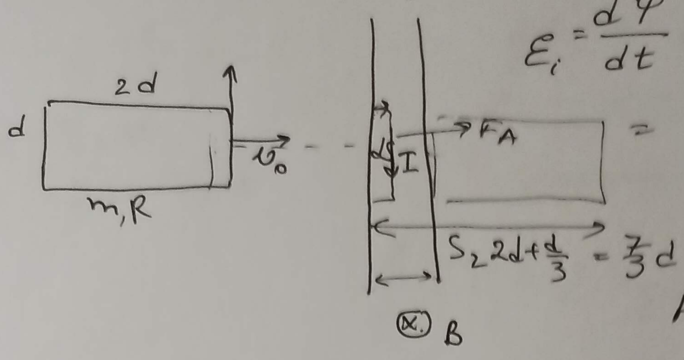
$dq_2 = I_2 dt \Rightarrow dq_2 = -2I_0 dt$

$\Rightarrow I = 3I_0$

21201832 (U128885 M1264546)

4.

Чертовен.



$$\varepsilon_i = \frac{d\Phi}{dt} = B\frac{dS}{dt} = B\cdot\frac{v_0 dt \cdot d}{dt} = B\frac{v_0 \cancel{dt}\, d}{\cancel{dt}} = Bv_0 d.$$

$F_A = BI\ell\sin\alpha$

$$F_A = BI\ell\sin\alpha = B\cdot\frac{\varepsilon_i}{R}\,d = B\frac{\varepsilon_i}{R}d = \frac{B^2 v_0 d^2}{R}$$

$F = ma \Rightarrow$

$$F_A = ma \Rightarrow F_A = \frac{B^2 v_0 d^2}{R} = ma.$$

$$S_1 = \frac{d}{3} = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

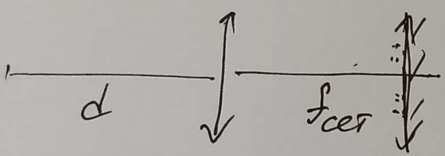
$$a = \frac{B^2 d^2 v_0}{Rm}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow v_1^2 - v_0^2 = \frac{2ad}{3}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2ad}{3} + v_0^2}$$

$$S_2 = \frac{7}{3}d = \frac{v_2^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{14ad}{3} + v_0^2}$$

5.



$$\frac{1}{F_{гл}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_{сет}}$$

прант. O

$$\frac{1}{F_n} = \frac{f_{сет} + d}{d\, f_{сет}}$$

$$\frac{1}{F_{гл}} + \frac{1}{F_{ог.ст.}} = \frac{1}{d_{25}} + \frac{1}{f_{сет}}$$

$$\frac{F_{уд}}{F_{ст}} = 2$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F_{ог.ст.}} = \frac{1}{d_{25}}$$

$$\frac{1}{F_{ог.ст}} = \frac{d - d_{25}}{d\cdot d_{25}}$$

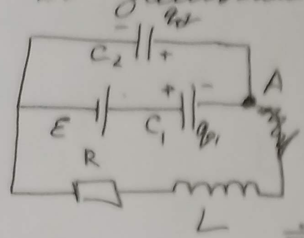
$$\Rightarrow F_{уд} = \frac{2d\cdot d_{25}}{d - d_{25}}$$

$$F_{ог.ст} = \frac{d\cdot d_{25}}{d - d_{25}}$$

21201832 (U128885 M1264546)

Чрибан ~~[illegible]~~ Вариант 11-05.

3. До замыкания ключа: по правилу Кирхгофа



для контура: $\mathcal{E} = U_1 + U_2 = \frac{q_{01}}{C_1} + \frac{q_{02}}{C_2}$

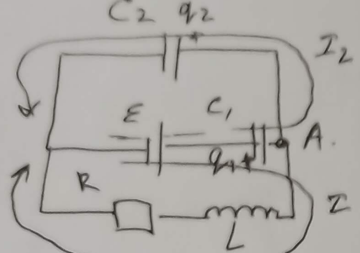
изначально конденсаторы не заряжены ⇒

для т. A: $-q_{01} + q_{02} = 0$ (Закон сохр. заряда)

$\Rightarrow q_{01} = q_{02} = q$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = \frac{q}{C} + \frac{q}{2C} = \frac{3}{2}\frac{q}{C} \Rightarrow q = \frac{2}{3}\mathcal{E}C$$

После замыкания ключа



пр. Кирхгофа: $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$ (1)

$\frac{q_2}{C_2} = L\frac{dI}{dt} + IR$ (2)

→ напрям. на катушке.

для т. A:

$0 = -q_{01} + q_{02} = -q_1 + q_2 - \int I\,dt - \int I_2\,dt$

$\Rightarrow q_2 - q_1 = \int I\,dt + \int I_2\,dt$ (3)

(1),(2),(3):
$$\begin{cases} \mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} \\ \frac{q_2}{C_2} = L\frac{dI}{dt} + IR \\ q_2 - q_1 = \int I\,dt + \int I_2\,dt \end{cases}$$

~~ур-е для~~

1) Сразу после замыкания ключа $I = 0$ ⇒ $q_2 = q_{02}$

$$\begin{cases} \frac{q_2}{C_2} = L\frac{dI}{dt} + IR \\ I = 0 \\ q_2 = q_{02} = \frac{2}{3}\mathcal{E}C \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3}\frac{\mathcal{E}C}{2C} = L\frac{dI}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{3L}}$$

2) ЗСЭ: $A = Q + \Delta U \Rightarrow A_{ист} + W_1 = W_2 + Q$; $W_1 = \frac{q^2}{2C_1} + \frac{q^2}{2C_2} = q^2\left(\frac{1}{2C} + \frac{1}{4C}\right) = \left(\frac{2}{3}\mathcal{E}C\right)^2 \cdot \frac{3}{4C} = \frac{1}{3}\mathcal{E}^2C.$

$dq_2 = I_2\,dt$,

$dq_1 = I\,dt + I_2\,dt$