Часть 1

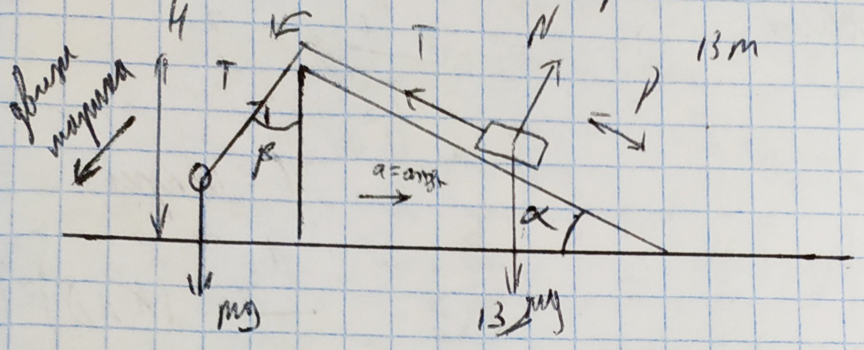
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201500**

ID профиля: **816278**

Вариант 5

черновик



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

$\cos\beta = 0{,}8$

трения нет

длина?

На тележку:

$\cancel{\frac{a_x}{a_y} = \frac{T\sin\beta}{T\cos\beta - mg}}$ ~~на брусок:~~

$\cancel{mgH = 13mgl\sin\alpha}$

$\cancel{mgH = 13mg\,H\cos\beta\, l\sin\alpha}$

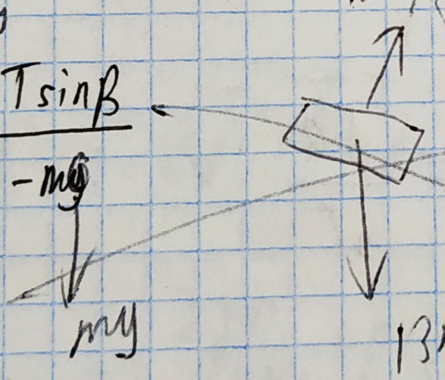
m + Б:

$\cancel{N\sin\alpha\, S + 13mg\, l\sin\alpha = mg\, l\cos\beta}$

$\cancel{N\sin\alpha\,\frac{at^2}{2} + 13mg\frac{H}{\cos\beta}\sin\alpha = mgH}$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{a_m - a_x}{a_y}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{ma_m - T\sin\beta}{T\cos\beta - mg}$$



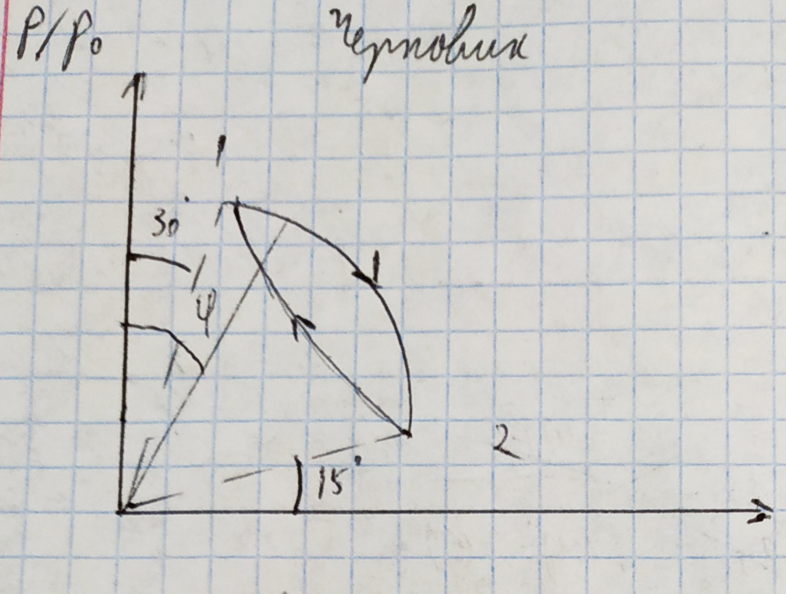
$14ma_x = N\sin\alpha$

$T\sin\beta = ma_x$ $\qquad a_x = \frac{T\sin\beta}{m}$

$\cancel{N\sin\alpha - T\cos\alpha = 14ma_x}$ $\qquad a_y = \frac{T\cos\beta - mg}{m}$

$\cancel{N\sin\alpha - T\cos\alpha = 14T\sin\beta}$

$T\cos\beta - mg = ma_y$



$$\frac{T_1}{T_2} = ?$$

$C = 0$ при ?

$$\frac{A_\Sigma}{A_{12}}$$ (КПД) ?

$Q_{21} = 0$

$$p_1 = R \cos 30^\circ \; ; \; V_1 = R \sin 30^\circ$$

$$p_2 = r \sin 15^\circ \; ; \; V_2 = r \cos 15^\circ$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{r^2 \cos 30 \sin 30}{r^2 \sin 15 \cos 15} = \frac{\cos 30 \sin 30}{\frac{1}{2} \sin 30} =$$

$$= 2 \cos 30 = \sqrt{3}$$

$C = 0$?

$$C = \frac{\delta Q}{\Delta T}$$

$Q_{21} = \Delta U + A$ $\quad \delta Q = 0$ при $\Delta U = -A$

для бесконечно малого процесса на угле 1-2:

$$\delta Q = \Delta\left(\frac{3}{2} RT\right) + A \quad ?$$

$$\cancel{\frac{\partial}{\partial p} = \frac{\partial}{\partial V}}$$

Черновик

В интересующий нас момент:

$$\frac{3}{2}\nu R\,\Delta T = -p_0 \Delta V \qquad \frac{3}{2}\nu R\,\Delta(pV) = -p_0 \Delta V$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta V} = -\frac{p}{\frac{3}{2}\nu R} = T'(V)$$

уравнение окр-ти: $(0;0)$ – центр

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

$$\sqrt{a-kx^2}\,' = ax$$

$$\frac{p^2 V_0^2 + p_0^2 V^2}{p_0^2 V_0^2} = r^2$$

$$\left((a-kx^2)^{\frac{1}{2}}\right)' = \frac{4-2kx}{\sqrt{a-kx^2}}$$

$$p^2 = \frac{p_0^2 V_0^2 r^2 - p_0^2 V^2}{V_0^2} = p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}$$

?

$$p = \sqrt{p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}}$$

$p(A)$

$$\frac{3}{2}\nu R\,\left((p+\Delta p)(V+\Delta V) - pV\right) = -p_0 \Delta V$$

$$\frac{3}{2}\nu R\,(p_0 V + \Delta p V) = -p_0 \Delta V$$

1–2:

$$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$$

Черновик

$$\frac{dp}{dV} = \frac{-2 p_0^2 \frac{V}{V_0^2}}{\sqrt{p_0^2 V^2 - p_0^2 \frac{V}{V_0}}}$$

$$\frac{p^2}{p_0^2} + \frac{V^2}{V_0^2} = r^2$$

$$\sqrt{\frac{p_0^2 V_0^2 r^2 - p_0^2 V^2}{V_0^2}} = p_0^2 r^2 - \frac{V^2}{V_0^2}$$

$$\frac{p^2 V_0^2 + p_0^2 V^2}{p_0^2 V_0^2} = r^2$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{-2 p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2} dV}{\sqrt{p_0^2 V^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0}}} + \frac{5}{2} \sqrt{p_0^2 V^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0}}$$

$dV = 0$

$\cancel{\frac{Q_{12}}{A_{12}}}$

$\frac{Q_{12}}{A_{12}}$

$$\int \sqrt{u - a x^2} = \ ?$$

$$Q_{12} = dU + A_{12}$$

$$Q_{12} = A_{12} - A_{21}$$

$$Q_{21} = -dU - A_{21}$$

$$\delta Q_{12} = \frac{3}{2} d(pV) + p dV$$

21201500 (U816278 M1268778)

Чистовик

Б2 (продолжение)

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

$$p^2 = \frac{p_0^2 V_0^2 r^2 - p_0^2 V^2}{V_0^2} = p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}$$

$$p = \sqrt{p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}} = p(V)$$

$$p'(V) = \frac{-2p_0^2 \frac{V}{V_0^2}}{\sqrt{p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}}} = \frac{\Delta p}{\Delta V} \Rightarrow \Delta p = \frac{-2p_0^2 \frac{V}{V_0^2} \Delta V}{\sqrt{p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}}}$$

Подставим полученные значения p и Δp в соотношение:

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{-2p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2} \Delta V}{\sqrt{p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}}} + \frac{5}{2}\sqrt{p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}}\, \Delta V = 0 \quad \Big| : \Delta V$$

$$-\frac{3}{2} \cdot 2p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2} + \frac{5}{2} \cdot \left(p_0^2 r^2 - p_0^2 \frac{V^2}{V_0^2}\right) = 0 \quad \Big| : p_0^2$$

$$-3\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + \frac{5}{2} r^2 - \frac{5}{2} \cdot \frac{V^2}{V_0^2} = 0$$

$$\frac{5}{2} r^2 = \frac{11}{2}\left(\frac{V}{V_0}\right)^2$$

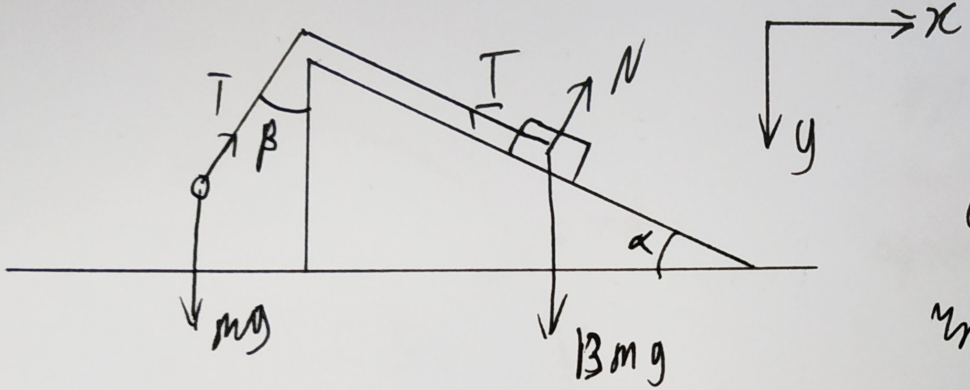
$$r^2 = \frac{11}{5}\left(\frac{V}{V_0}\right)^2$$

$$r = \frac{V}{V_0}\sqrt{2{,}2}$$

тогда для искомого для угла φ: $\cos\varphi = \left(\frac{r}{\left(\frac{V}{V_0}\right)}\right)^{-1} = \left(\sqrt{2{,}2}\right)^{-1}$

$$= \frac{1}{\sqrt{2{,}2}}$$

№1 Чистовик



Для шарика: 2ЗН:

$Ox: T\sin\beta = ma_x \Rightarrow a_x = \frac{T\sin\beta}{m}$

$Oy: ma_y = mg - T\cos\beta \Rightarrow a_y = g - \frac{T\cos\beta}{m}$

Чтобы нить образовывала угол β, нужно:

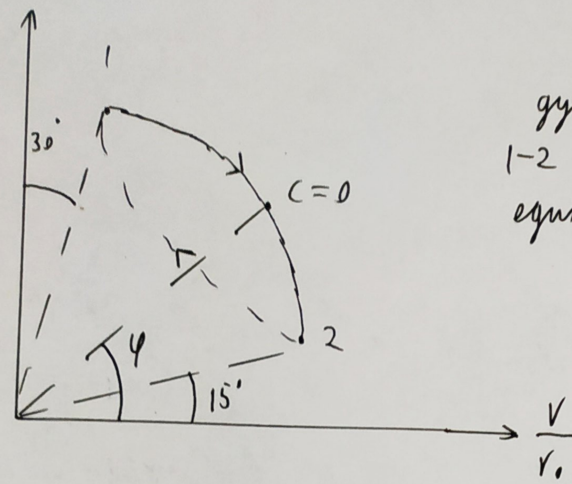
$$tg\beta = \frac{a_{клина} - a_x}{a_y}$$

$$\frac{\cos\beta}{\sqrt{1-\cos^2\beta}} = \frac{ma_{клин} - T\sin\beta}{T\cos\beta - mg}$$

Ускорение бруска: $a_{бр} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$

Чистовик

№2.



Пусть радиус окружности, дуга которой описывает процесс 1–2 равен r. Тогда в безразмерных единицах $\frac{p}{p_0}$:

$p_1 = r\cos 30°$; $p_2 = r\sin 15°$

В безразмерных единицах $\frac{V}{V_0}$:

$V_1 = r\sin 30°$; $V_2 = r\cos 15°$

1) ~~Уравнение~~ Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$,

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

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{r\cos 30°\cdot r\sin 30°}{r\sin 15°\cdot r\cos 15°} = \frac{\cos 30°\sin 30°}{\frac{1}{2}\sin 30°} = 2\cos 30° = \sqrt{3}$$

2) $C = \frac{\delta Q}{dT}$, где δQ – маленькая порция тепла, полученная газом в бесконечно малом процессе

$C=0$ при $\delta Q = 0$ $\qquad \delta Q = dU + \delta A$, где δA – работа газа в беск. малом процессе

$$0 = dU + \delta A$$

$$\frac{3}{2}\nu R\,dT = -p\,dV$$

$$\frac{3}{2}d(pV) = -p\,dV$$

$$\frac{3}{2}\left((p+dp)(V+dV) - pV\right) = -p\,dV$$

$$\frac{3}{2}\left(dp\,V + p\,dV + \underbrace{dp\,dV}_{\to 0}\right) = -p\,dV$$

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

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

При этом, процесс описывается уравнением окружности (см. на след. листе)

Часть 2

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

Шифр: **21201500**

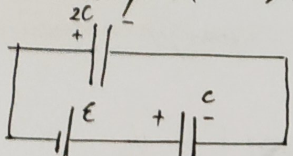
ID профиля: **816278**

Вариант 5

№3.

Чистовик.

Рассмотрим цепь до замыкания ключа: (предположим ~~все~~ полярность)



Заметим, что есть изолированная область.

т.к. конденсаторы изначально не заряжены,

то: $-2CU_2 - CU_1 = 0$

также: $U_1 + U_2 = \varepsilon$

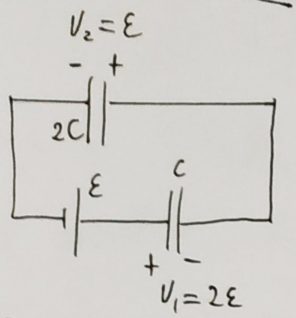
$\Rightarrow -2C(\varepsilon - U_1) - CU_1 = 0$

$2CU_1 - 2C\varepsilon - CU_1 = 0$

$CU_1 = 2C\varepsilon$

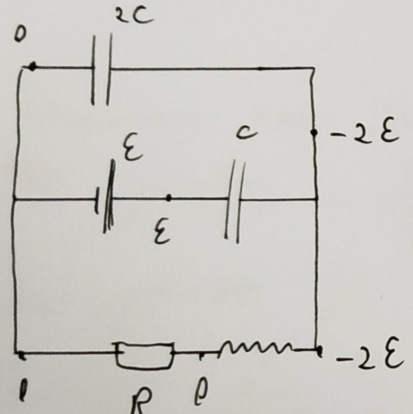
$U_1 = 2\varepsilon$

$U_2 = -\varepsilon$



← имеем ⟸

т.к. при замыкании ключа ~~н~~ напряжение на конденсаторах скачком не поменяется:



Воспользуемся методом узловых ~~по~~ потенциалов: (см. рисунок)

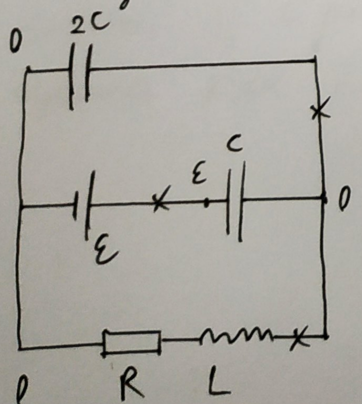
$U_L = LI'$

$2\varepsilon = LI' \Rightarrow \cancel{I_2} \; I' = \frac{2\varepsilon}{L}$

В установившемся режиме: тока через конденсаторы нет

~~$q_R = 0 - (-2C\varepsilon) - (-4C\varepsilon) = 6C\varepsilon$~~

~~ЗСЭ: $2C\varepsilon^2 + \frac{9C\varepsilon^2}{2} - \frac{C\varepsilon^2}{2} = Q$~~



$q_{ист} = 0 - (-2C\varepsilon) = 2C\varepsilon$

$A_{ист} = -\varepsilon q = -2C\varepsilon^2$

ЗСЭ: $A_{ист} - \Delta W = Q$

$-2C\varepsilon^2 + 2C\varepsilon^2 + \frac{9C\varepsilon^2}{2} - \frac{C\varepsilon^2}{2} = Q$

$Q = 4C\varepsilon^2$

Рассмотрим момент, когда ток через C, равен I_0:

(см. след. лист)

№5. Для коррекции близорукости используются рассеивающие линзы. Пусть D_1 – опт. сила очков для чтения; D_2 – опт. сила очков для удалённых предметов. Тогда по уравнению тонкой линзы

Чистовик

$$\begin{cases} -D_2 = -\frac{1}{f} \\ -D_1 = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{f} \end{cases}$$

$$-D_1 = 4 - D_2$$

По условию, $D_2 = 2D_1$: $\quad -D_1 = 4 - 2D_1$

$$\cancel{8}D_1 = 4$$

$$D_2 = \cancel{\tfrac{4}{3}}\ 8$$

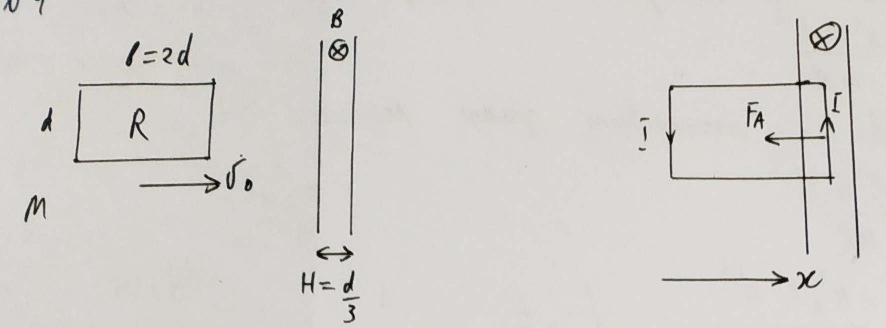
Получается, что человек может видеть без очков на расстоянии $\left(\frac{1}{f}\right)^{-1} = (D_2)^{-1} = \cancel{\frac{3}{8} = 0,375\text{ м}}\ \frac{1}{8} = 0,125\text{ м} = 12,5\text{ см}$

Для работы за компьютером с расстояния 0,5 м:

$$-D = \frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,125} = 2 - 8 = -6 \Rightarrow D = 6$$

Ответ: 1) с расстояния 12,5 см; для удалённых предметов нужны очки с $D = 8$; 2) $D = 6$

№4 Чистовик



$a = ?$ (сразу в поле)

$\upsilon_1 = ?$ при вх. правой

$\upsilon_2 = ?$ при выходе всей

В правой стороне рамки, двигающейся в магнитном поле, возникает $\varepsilon_i = B\upsilon d$. Как следствие, в рамке возникает ток, $I = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B\upsilon d}{R}$, направленный как показано на рисунке по правилу левой руки. Возникает сила Ампера $F_A = BId = \frac{B^2\upsilon d^2}{R}$, направленная по правилу левой руки влево.

$ma = F_A \Rightarrow a = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2\upsilon d^2}{mR}$ т.к. ускорение против Ox, поставим „минус"

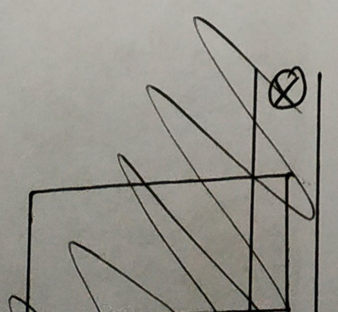
$$\frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = -\frac{B^2 \Delta x d^2}{mR\Delta t} \quad \Big| \cdot \Delta t$$

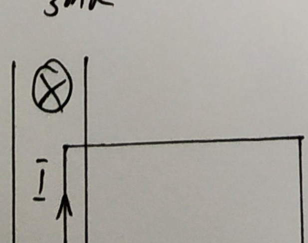
$$(*) \quad \Delta\upsilon = \frac{-B^2\Delta x d^2}{mR}$$

~~$\upsilon_1 - \upsilon_0 = -B^2\Delta x$~~ Просуммируем соотношение (*) в течение движения правой стороны рамки в поле:

$$\upsilon_1 - \upsilon_0 = \frac{-B^2 d \cdot d^2}{3mR}$$

$$\upsilon_1 = \upsilon_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$$





В левой стороне рамки, двигающейся в магнитном поле, возникает $\varepsilon_i = B\upsilon d$. Как следствие, возникает ток $I = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B\upsilon d}{R}$, направленный по правилу левой руки как показано на рисунке. Возникает сила Ампера $F_A = \cancel{BIl} = BId = \frac{B^2\upsilon d^2}{R}$, и направленная (см. на след. листе) по правилу левой руки как показано на рисунке. чистовик

№4 (продолжение)

$$ma = F_A \Rightarrow a = \frac{B^2 v d^2}{mR}$$

т.к. a против Ox, поставим знак минус:

$$a = \frac{-B^2 v d^2}{mR}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-B^2 \Delta x\, d^2}{mR\,\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$(**) \quad \Delta v = \frac{-B^2 \Delta x\, d^2}{mR}$$

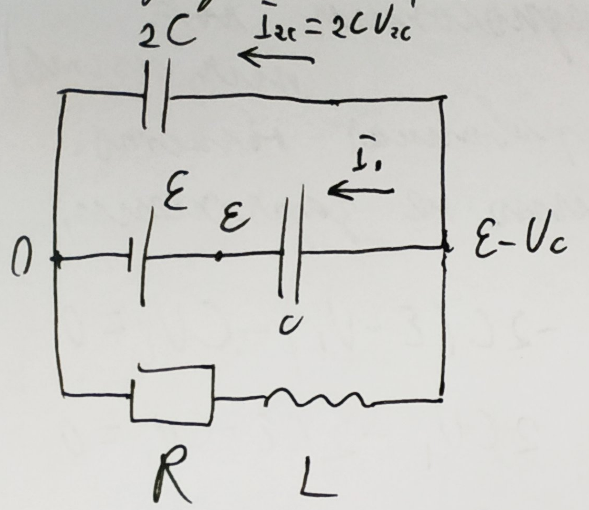
Просуммируем $(**)$ за время движения левой стороны рамки в поле:

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

Ответ: 1) $a = \frac{B^2 v_0 d^2}{mR}$ 2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$ 3) $v_2 = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{3mR}$

21201500 (U816278 M1268779)

№3 (продолжение) чистовик



Для конденсатора C справедливо: $I_0 = +C \cdot U_C'$

Также исходя из равенства напряжений:

$$\cancel{\mathcal{E} - U_C + L I_L' + I_L R = 0}$$

$$\mathcal{E} - U_C = -U_{2C} \Rightarrow U_{2C} = U_C - \mathcal{E} \Rightarrow U_{2C}' = U_C'$$

Из суммы токов: $I_0 + 2C \cdot U_{2C}' = I_L$

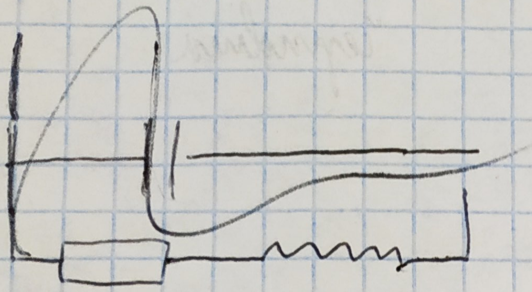
$$I_0 + 2C \cdot U_C' = I_L$$

$$I_0 + 2I_0 = I_L$$

$$I_L = 3I_0$$

Ответ: 1) $I_L' = \frac{2\mathcal{E}}{L}$ 2) $Q = 4C\mathcal{E}^2$ 3) $I_L = 3I_0$

черновик



$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{B^2 \frac{\Delta S}{\Delta t} d^2}{mR} \quad \Big| \cdot \Delta t$$

$$\Delta V = \frac{B^2 \Delta S d^2}{mR}$$

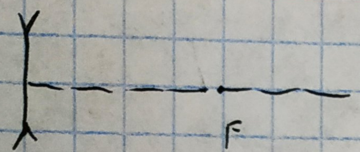
$$\begin{cases} I_0 = C U_c' \\ \mathcal{E} - U_c = I_L R + L I_L' \\ \mathcal{E} - U_c = U_{2c} \\ C U_{2c}' + I_0 = I_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_{2c} = I_L R + L I_L' \\ I_0 = C U_c' = C(\mathcal{E} - U_{2c})' = -C U_{2c}' \\ C U_{2c}' + I_0 = I_L \end{cases}$$

$$\cancel{U_{2c} = C U_{2c}' R + I_0 R + L I_L'}$$

$$\cancel{U_{2c} = C U_{2c}' R + -C U_{2c}' R + L I_L'}$$

25 см



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

$-\frac{1}{F} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{f}$

$-\frac{1}{F} = 4 - \frac{1}{f}$

$-\frac{1}{F} = 4 - \frac{1}{F_2}$

$-\frac{1}{F} = 4 - \frac{2}{F}$

$\frac{1}{F} = 4 \quad F = 0,25$

$-\frac{1}{F_2} = -\frac{1}{f}$

$CU_c' = I_0$

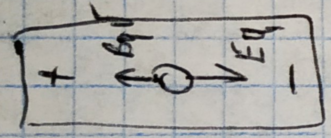
~~$-\frac{1}{F} = \frac{1}{0,5}$~~

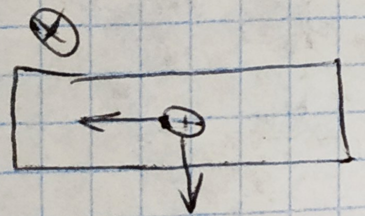
~~$F = 0,5$~~

~~$d = 2$~~

$E = BU$

$\mathcal{E}_i = BU(l)$





$\mathcal{E}_q = Bq$

Bq

Черновик

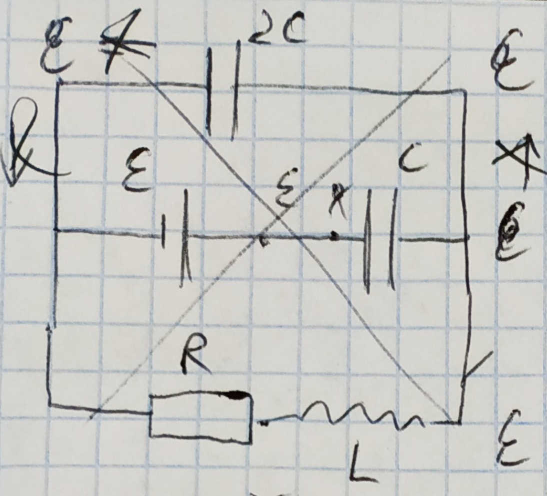
конденсатора C справедливо:
Также исходя из равенства нап

Черновик

$$
\begin{cases}
C U_C' = I_0 \\
\cancel{\mathcal{E} - U_C + L I_L' + I_L R = 0} \\
I_0 + 2C \cdot U_{2C}' = I_L \\
\mathcal{E} - U_C = \cancel{2C \cdot U_{2C}'} - U_{2C}
\end{cases}
$$

$$I_0 + 2C \cdot U_0' = I_L$$

$$3 I_0$$

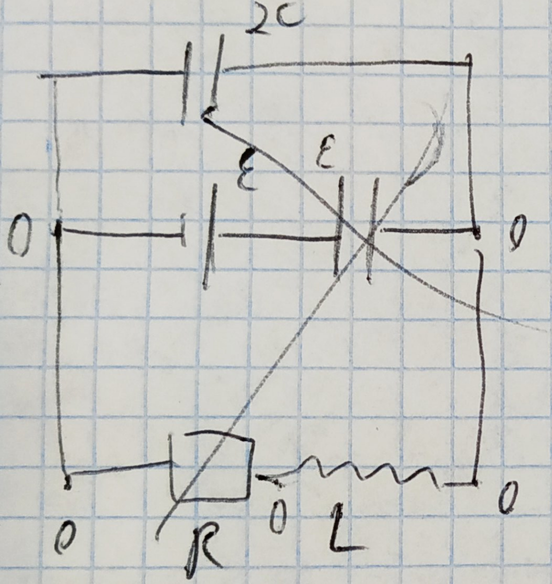


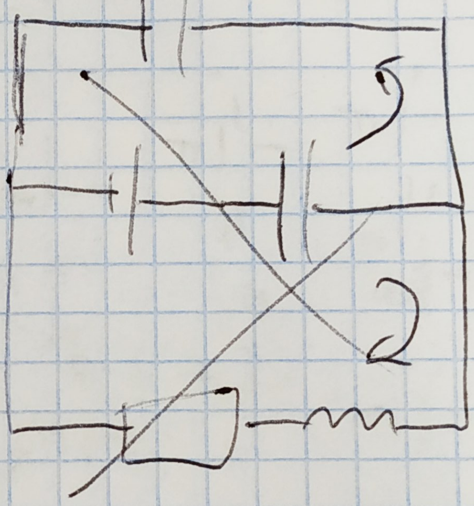
$I' = ?$ сразу

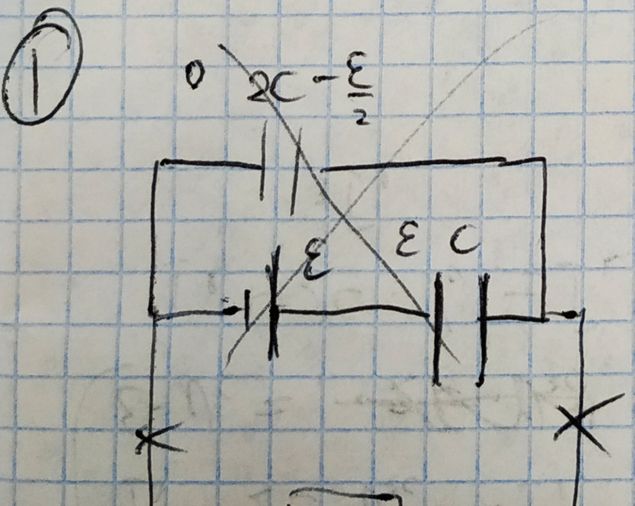
$Q = ?$

I_L при $I_{C_1} = I_0$?

Черновик







$$\frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{2C + C}{2C^2} = \frac{1}{1{,}5C}$$

$$q = CU = 1{,}5C\varepsilon$$

$$\cancel{4C\varepsilon^2 - \varepsilon q + 8C\varepsilon^2}$$

$$-\cancel{6C\varepsilon^2} + 2C\varepsilon^2 + \frac{9C\varepsilon^2}{2} - \frac{C\varepsilon^2}{2} = Q$$

$$6C\varepsilon^2$$