Часть 1

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

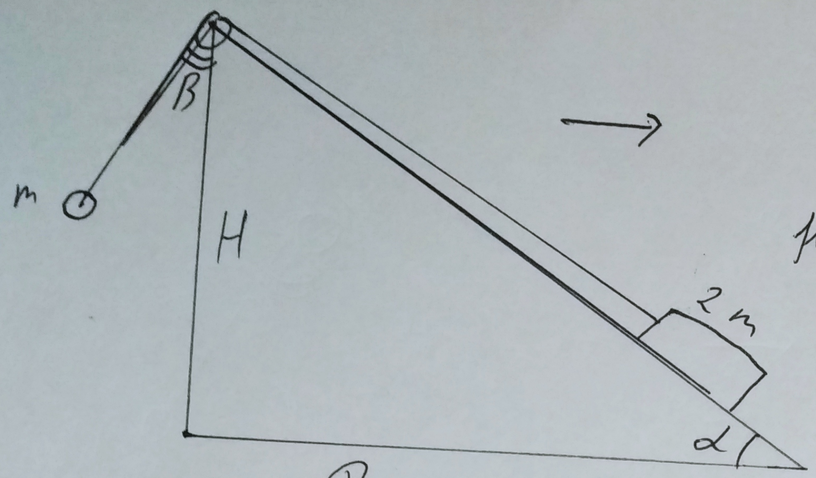
Шифр: **21201027**

ID профиля: **197842**

Вариант 6

Чистовик

1.



Дано: $\cos\alpha = \frac{4}{5}$

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

H, $m_{ш} = m$

$m_{бр} = 2m$

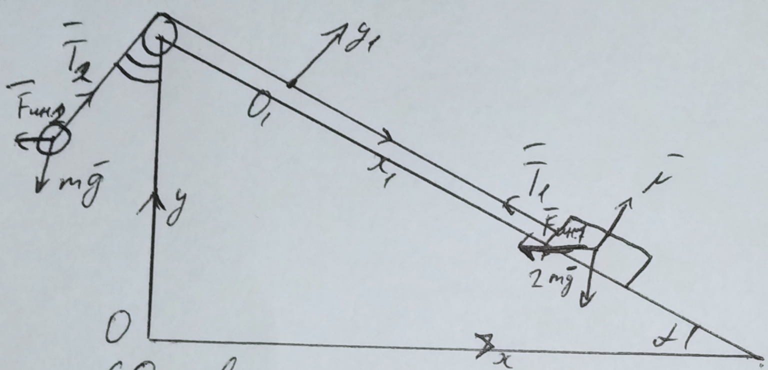
Найти: 1) $a_{кл.}$

2) $a_{бр.отн.кл.}$

3) $t_{пол.ш.}$

Решение

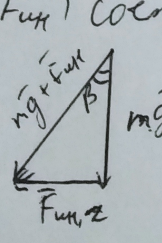
1) Перейдём в неИСО, связанную с клином:



Так как СО движется с ускорением $a_{кл}$, то в этой СО на тела действует сила инерции.

Т.к. начальная скорость шарика равна нулю, а ускорение постоянно, то $\vec{S}_ш \uparrow\uparrow \vec{a}_ш$. Т.к. нить, привязанная к шарику, составляет угол β с вертикалью, то $\vec{a}_ш$ будет сост. такой же угол с вертикалью.

Для шарика: $m\bar{g} + \bar{F}_{ин2} + \bar{T}_2 = m\bar{a}_ш$. Т.к. $\vec{T}_2 \uparrow\downarrow \vec{a}_ш$, то $(m\vec{g} + \vec{F}_{ин2}) \uparrow\uparrow \vec{a}_ш$, т.е. $(m\bar{g} + \bar{F}_{ин})$ составляет угол β с вертикалью:



Значит, $\frac{F_{ин2}}{mg} = tg\beta$. Т.к. СО движ. с ускор. $\bar{a}_{кл}$, то $\bar{F}_{ин,2} = -m\bar{a}_{кл}$, тогда $\frac{m a_{кл}}{mg} = tg\beta$. $a_{кл} = g \cdot tg\beta = \frac{g\sqrt{1-\cos^2\beta}}{\cos\beta} = \frac{g\sqrt{1-\frac{12^2}{13^2}}}{\frac{12}{13}} = \frac{g \cdot \frac{5}{13}}{\frac{12}{13}} = \frac{5}{12}g$

2) Т.к. нить нерастяжима, то $T_1 = T_2 = T$, $a_ш = a_{бр}$ (в неИСО)

Тогда:

Шарик $Ox: T \cdot \sin\beta - F_{ин2} = -m a_{бр} \cdot \sin\beta$

$Oy: T\cos\beta - mg = -m a_{бр}\cos\beta$

Брусок $O_1x_1: 2mg\sin\alpha - T - F_{ин1} \cdot \cos\alpha = -m a_{бр}$. $F_{ин2} = m a_{кл}$ $F_{ин1} = 2m a_{кл}$

$$\cancel{\begin{cases} T\sin\beta = m a_{кл} - m a_{бр}\sin\beta \\ T\cos\beta = mg - m a_{бр}\cos\beta \end{cases}} \Bigg| :$$

$$\cancel{tg\beta = \frac{\frac{5}{12}g - \frac{5}{13}a_{бр}}{g - \frac{12}{13}a_{бр}}}$$

1

Чистовик

$T = 2mg\sin\alpha + ma_{бр} - 2ma_{км}$ (из O_1x_1)

Из Oy:

$$T - \frac{mg}{\cos\beta} = -ma_{бр}$$

$$2mg\sin\alpha + ma_{бр} - 2ma_{км} - \frac{mg}{\cos\beta} = -ma_{бр}$$

$$2a_{бр} = 2a_{км} + \frac{g}{\cos\beta} - 2g\sin\alpha \qquad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$

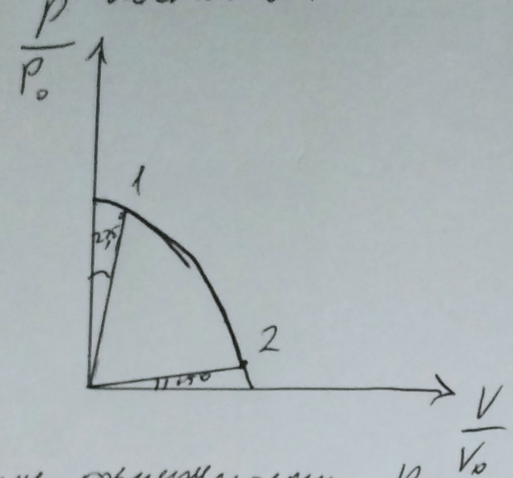
$$a_{бр} = \frac{5}{12}g + \frac{13}{24}g - \frac{3}{5}g = \left(\frac{5}{12} + \frac{13}{24} - \frac{3}{5}\right)g = \left(\frac{50}{120} + \frac{65}{120} - \frac{72}{120}\right)g = \frac{43}{120}g$$

3) $H = \dfrac{a_{м,y} t^2}{2}$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_{м,y}}} = \sqrt{\frac{2H}{a_м \cdot \cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{a_{бр}\cdot\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{43}{120}g\cdot\frac{12}{13}}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 130}{43g}} = \sqrt{\frac{260H}{43g}}$$

Ответ: 1) $a_{км} = \frac{5}{12}g$ 2) $a_{бр} = \frac{43}{120}g$ 3) $t_{пол} = \sqrt{\frac{260H}{43g}}$

2. Чистовик.



Пусть радиус окружности — R, тогда

$$\frac{P_1}{P_0} = R \cdot \sin(90^\circ - 22{,}5^\circ) \quad \frac{V_1}{V_0} = R \cdot \cos(90^\circ - 22{,}5^\circ)$$

$$\frac{P_2}{P_0} = R \cdot \sin 15^\circ \quad \frac{V_2}{V_0} = R \cdot \cos 15^\circ$$

По ур-ию Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT, \text{ тогда } \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{R \cdot P_0 \cdot \sin 67{,}5^\circ \cdot R \cdot V_0 \cdot \cos 67{,}5^\circ}{R \cdot P_0 \cdot \sin 15^\circ \cdot R \cdot V_0 \cdot \cos 15^\circ} =$$

$$= \frac{\sin 67{,}5^\circ \cdot \cos 67{,}5^\circ}{\sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ} = \frac{\frac{\sin 135^\circ}{2}}{\frac{\sin 30^\circ}{2}} = \frac{\sin 135^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{2} = \sqrt{2}$$

Ответ: 1) $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2}$

3

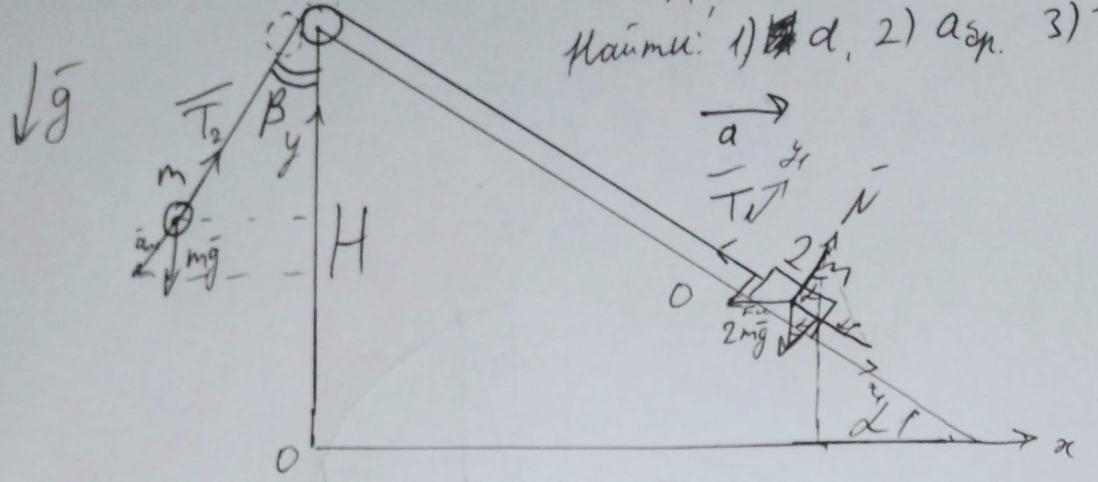
Черновик №1

Дано: $\cos\alpha = 4/5$

$\cos\beta = 12/13$

$H,\ m$

Найти: 1) a, 2) $a_{бр.}$ 3) $t_{пол.м.}$



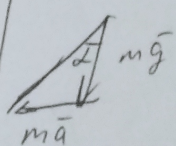
В не ИСО, связ. с клином: $F_{ин} = m_i a$

Шарик: $m\bar{g} + \bar{T}_2 + m\bar{a} = m\bar{a}_ш$ $\qquad T_1 = T_2 = T$

~~Груз~~ Брусок: $2m\bar{g} + \bar{T}_1 + \bar{N} + m\bar{a} = m\bar{a}_{бр}$ $\qquad a_ш = a_{бр.} = a_1$

Ш. $Ox: T\cdot\sin\beta - ma = -m a_1\cdot\sin\beta$ $\Big|$ ~~$F\sin\beta = ma$~~

$Oy: T\cdot\cos\beta - mg = -m a_1\cdot\cos\beta$



$\frac{a}{g} = tg\,\alpha$

$a = g\,tg\,\alpha$

Бр.: ~~$Ox: N\cdot\sin\alpha$~~

$Ox_1: 2mg\cdot\sin\alpha - T - 2ma\cdot\cos\alpha = -m a_1$

$Oy_1: N - 2mg\cdot\cos\alpha - ma\sin\alpha = 0$

$tg\,\beta = \frac{ma - m a_1\sin\beta}{mg - ma\cos\beta}$

$\frac{5}{12} = \frac{\frac{5}{12}g - \frac{5}{13}a_1}{g - \frac{12}{13}a_1}$

$$\begin{cases} T\sin\beta - ma = -m a_1\sin\beta \\ T\cos\beta - mg = -m a_1\cos\beta \Rightarrow T = \frac{mg - m a_1\cos\beta}{\cos\beta} = \frac{mg}{\cos\beta} - m a_1 \\ 2mg\sin\alpha - T - 2ma\cos\alpha = -m a_1 \\ N - 2mg\cos\alpha - ma\sin\alpha = 0 \end{cases}$$

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$

$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{12^2}{13^2}} = \sqrt{\frac{13^2 - 12^2}{13^2}} = \frac{5}{13}$

$\left(\frac{mg}{\cos\beta} - m a_1\right)\cdot\sin\beta - ma = -m a_1\sin\beta$

$2mg\sin\alpha - \left(\frac{mg}{\cos\beta} - m a_1\right) - 2ma\cos\alpha = -m a_1$

$g\,tg\,\beta - \cancel{m} a_1\sin\beta - \cancel{m} a = -\cancel{m} a_1\sin\beta \Rightarrow a = g\,tg\,\beta$

$2mg\sin\alpha - \frac{mg}{\cos\beta} + m a_1 - 2mg\sin\beta = -m a_1$

$2a_1 = g\left(\frac{1}{\cos\beta} + 2\sin\beta - 2\sin\alpha\right)$

$\boxed{a = \frac{g}{2}\left(\frac{13}{12} + 2\cdot\frac{5}{13} - 2\cdot\frac{3}{5}\right)}$

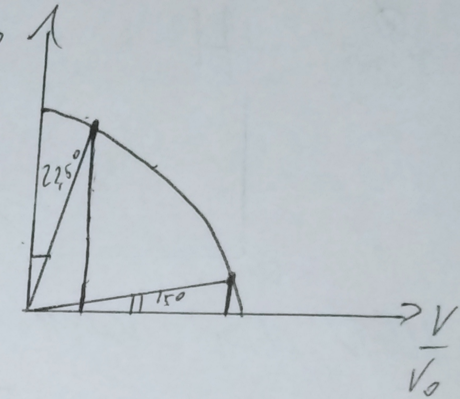
$$H=\frac{a_y t^2}{2}$$

$$t=\sqrt{\frac{2H}{a_{my}}}=\sqrt{\frac{2H}{a_1\cdot\cos\beta}}$$

Церковна

Дано: $i=5$ Найти: 1) $\frac{T_1}{T_2}$ ~ 2 2) $\gamma_{(C=0)}$ 3) $\frac{A_{цикл}}{A_{расш.}}$

$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2+\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2=R^2$$



$$\frac{p_1}{p_0}=R\cdot\sin(90-22{,}5)\quad 67{,}5$$

$$\frac{V_1}{V_0}=R\cdot\cos(90-22{,}5)$$

$$\frac{p_2}{p_0}=R\cdot\sin 15$$

$$\frac{V_2}{V_0}=R\cdot\cos 15$$

$$p_1V_1=\nu RT_1$$

$$p_2V_2=\nu RT_2$$

$$T_1=\frac{p_1V_1}{p_2V_2}=\frac{\sin 67{,}5\cdot\cos 67{,}5}{\sin 15\cos 15}=\frac{\frac{\sin 135}{2}}{\frac{\sin 30}{2}}=$$

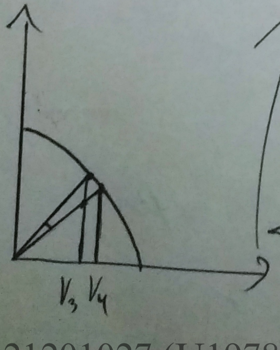
$$\frac{p_1}{p_2}=\frac{\sin(\cancel{90-22{,}5})\ 67{,}5}{\sin 15}$$

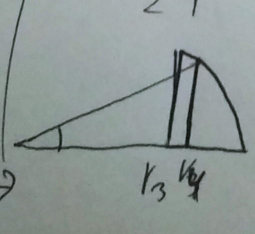
$$\sin 2\alpha=2\sin\alpha\cos\alpha\qquad=\frac{\sin 135}{\sin 30}=\frac{\frac{\sqrt2}{2}}{\frac{2}{2}}=\sqrt2$$

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{\cos 67{,}5}{\cos 15}$$

$$tg\,\gamma=\frac{p_3V_0}{p_0V_3}$$

$$C=\frac{Q}{\Delta T}\qquad \frac52\nu R\Delta T=S\qquad \frac{p}{p_0}=\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}$$





$$\frac52(p_4V_4-p_3V_3)=$$

$$\cancel{p_4(V_4-V_3)}$$

$$\frac{p_x}{p_4}=\frac{V_3}{V_4}\qquad \frac{p_4\frac{V_3}{V_4}+p_3}{2}(V_4-V_3)$$

$$p_4V_4-p_3V_3=$$
$$=p_4\left(V_4-\frac{V_3^2}{V_4}\right)$$

21201027 (U197842 M1263483)

~~$5(g - \frac{12}{13} a_{бр}) = 12(\frac{5}{12} g - \frac{5}{13} a_{бр})$ ($tg\beta = \frac{5}{12}$)~~ ~~Черновик~~

~~$g =$~~

$T = 2mg \sin\alpha + ma_1 - 2ma$

$2mg \sin\alpha + ma_1 - 2ma - \frac{mg}{\cos\beta} = -ma_1$

$2a_1 = 2a + \frac{g}{\cos\beta} - 2g \sin\alpha$

$2a_1 = \frac{5}{6} g + \frac{13}{12} g - \frac{6}{5} g$

$a_1 = \left(\frac{5}{12} + \frac{13}{24} - \frac{3}{5}\right) g$

$\left(\frac{50}{120} + \frac{65}{120} - \frac{72}{120}\right) g$

$\frac{43}{120}$ $\frac{187}{120} g$

$Q = \Delta U_{12} + A_{расш.}$

$0 = \Delta U_{21} + A_{сжат.}$

$A_{полн} = Q_{получ.}$

$A_{расш} = Q - \Delta U_{12}$

Часть 2

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

Шифр: **21201027**

ID профиля: **197842**

Вариант 6

Чистовик

5. Пусть $D_{бл}$ – оптическая сила очков для близи,
$D_д$ – опт. сила очков для дали
$D_{хр}$ – опт. сила хрусталика.

По условию: $\frac{D_д}{D_{бл}} = \frac{7}{3}$

Т.к. очки расположены вплотную к глазу, то общая опт. сила системы очки – хрусталик равна $D_{хр} + D_{оч}$, где $D_{оч}$ – опт. сила очков.

Тогда $D_{хр} + D_{бл} = \frac{1}{f} + \frac{1}{0,25}$ (1), где f – расстояние от зрачка до сетчатки.

$D_{хр} + D_д = \frac{1}{f} + 0$ (2)

Учитывая, что $D_{бл} = \frac{3}{7} D_д$:

$$\begin{cases} \frac{3}{7} D_д + D_{хр} = 4 + \frac{1}{f} \\ D_д + D_{хр} = \frac{1}{f} \end{cases} \Bigg| -$$

$-\frac{4}{7} D_д = 4 \Longleftrightarrow D_д = -7$ (дптр) Тогда $D_{бл} = \frac{3}{7} \cdot (-7) = -3$ (дптр)

Когда человек смотрит без очков:

$D_{хр} = \frac{1}{f} + \frac{1}{x}$ (3)

Из (3) вычтем (2), получим:

$-D_д = \frac{1}{x}$. Отсюда $x = -\frac{1}{D_д} = -\frac{1}{(-7)} = \frac{1}{7}$ (м)

Для работы на компьютере:

$D_{хр} + D_{иск} = \frac{1}{f} + \frac{1}{0,5}$ (4), где $D_{иск}$ – искомая опт. сила

Из (4) вычтем (2), получим:

$-D_д + D_{иск} = 2$

$D_{иск} = 2 + D_д = 2 + (-7) = -5$ (дптр)

Ответ: 1) $x = \frac{1}{7}$ м, $D_д = -7$ дптр. 2) $D_{иск} = -5$ дптр

1

Чистовик

4. Пока рамка полностью не заедет в область маг. поля через неё будет течь индукционный ток, значит на рамку будет действовать сила Ампера $F_A = BIL$. Т.к. F_A на верхнюю часть рамки будет компенсировать F_A на нижнюю часть, то нас будет интересовать лишь та сила, кот. действует на правую часть рамку $\Rightarrow L = d$

Ток индукции в рамке будет равен $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{\Delta \Phi}{R \Delta t} = \frac{B \Delta S}{R \Delta t}$

Здесь ΔS – приращение площади той части рамки, кот. нах-ся в области маг. поля.

$\Delta S = d \cdot \Delta L$, где ΔL – ~~горизонтальная~~ ширина части рамки, кот заехала в поле за момент Δt

Сразу после вхождения рамки в поле $\Delta L = v_0 \Delta t$, тогда

$$I = \frac{B \cdot d \cdot v_0}{R} \Rightarrow F_A = \frac{B^2 d^2 v_0}{R} \Rightarrow a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

Пока рамка будет полностью нах-ся в маг. поле, т.к. это поле однородно, то $\Delta \Phi = 0 \Rightarrow$ в ~~ней~~ рамке не будет тока $\Rightarrow$ на рамку не будет действовать сила Ампера $\Rightarrow$ рамка будет двигаться равномерно. Значит v_1 при выходе правой стороны рамки из поля будет такая же, как и при входе левой стороны рамки в поле.

С того момента, как правая ~~часть~~ сторона рамки вошла в область поля до того момента, как вошла в поле её левая сторона, на рамку действует непостоянное ускорение, такое, что

$$da = \frac{(Bd)^2}{mR} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$da = \frac{(Bd)^2 v}{mR}$$

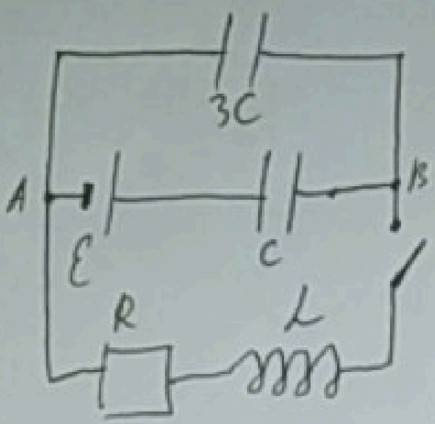
Решив это диф. уравн. можно получить искомую скорость v_1, однако мне для этого не хватает времени. Поэтому я опишу, что будет дальше:

При выходе из поля маг. поток, пронизывающий рамку будет уменьшаться, поэтому в рамке возникнет индукционный ток такой, что будет замедлять рамку. Т.к. v_1 – скорость, с кот. вышла правая ~~часть~~ сторона рамки такая же, как и та, с кот. вошла в поле левая сторона, то оба процесса – входа и выхода – будут „симметричны", тогда $v_2 = v_0$. Ответ: 1) $a = \frac{(Bd)^2 v_0}{mR}$, 3) $v_2 = v_0$

P.S. под частью я подразумевал некот. часть площади рамки, под стороной – ободок рамки.

Чистовик

3.



Первоначально, т.е. при разомкнутом ключе, в замкнутой цепи находятся источник $\mathcal{E}$ и два посл. заряженных конденсатора.

Заряд на обкладках:

$$q = \mathcal{E} \cdot \frac{C \cdot 3C}{C + 3C} = \frac{3C\mathcal{E}}{4}$$

Тогда $U_{BA} = U_{3C} = \frac{q}{3C} = \frac{\mathcal{E}}{4}$

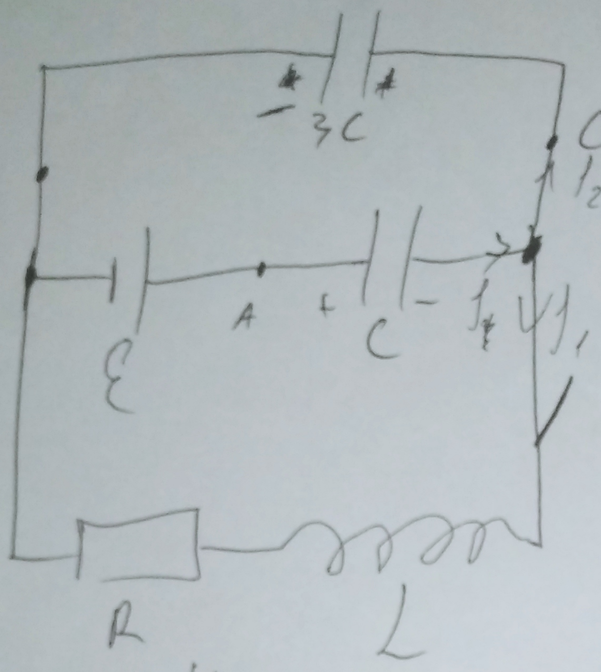
~~Это~~ Сразу после замыкания ключа ток через L, а соотв. и R равен нулю. Тогда $U_L = U_{BA} = \frac{\mathcal{E}}{4}$. Т.к.

$U_L = L\dot{I}$, то $\dot{I} = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$

Ответ: 1) $\dot{I} = \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$

Черновик

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v$$

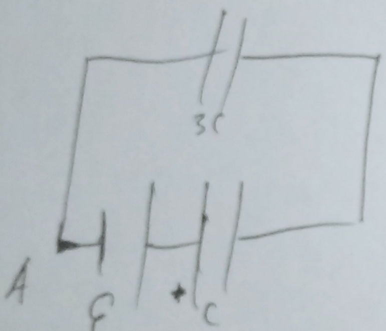


$$\varphi_A - \varphi_B = \mathcal{E}$$

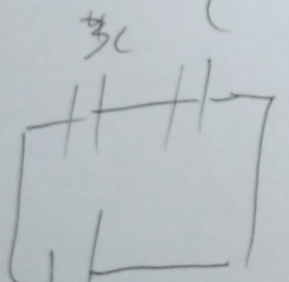
$$\varphi_A - \varphi_C = \frac{q}{C} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$$

$$\varphi - \varphi_B = \frac{q}{3C} = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

$$\frac{\mathcal{E}}{4} = L\dot{I} \qquad \dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$$



$\varphi_A + \mathcal{E}$



$$C_{\text{пос}} = \frac{C \cdot 3C}{4C} = \frac{3}{4}C$$

$$U = \mathcal{E}$$

$$q = CU = \frac{3C\mathcal{E}}{4}$$

$$\frac{\mathcal{E}}{4} = IR + L\dot{I}$$

$$\frac{\mathcal{E}}{4} = IR + \frac{L\,dI}{dt}$$

$\varphi_B =$

21201027 (U197842 M1263484)

№4

$\cancel{E}\ I_1 =$

$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \cdot d \cdot V_0 \qquad I = \frac{Bd \cdot V_0}{R}$

$S = d \cdot \Delta x$

$ma = F_A = BIL = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$

$\Delta x = V_0 \Delta t$

$a = \frac{B^2 d^2 V_0}{R \cdot m}$

$L = d$

$\cancel{\frac{F_A}{m} = \frac{BIL}{m} = \frac{B\mathcal{E}(d}{mR} = \frac{B}{R} \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \cdot (d + \Delta x) = \frac{B}{R} \cdot \frac{B\Delta S}{\Delta t}(d + \Delta x) = \frac{B^2}{R} \cdot \frac{d \cdot \Delta x}{\Delta t}(d + \Delta x)}$

$a = \frac{F_A}{m} = \frac{BIL}{m} = \frac{B\mathcal{E}_i \cdot d}{mR} = \frac{B^2 \Delta S \cdot d}{mR\Delta t} =$

Δx

$= \frac{B^2 d^2 \cdot \Delta x}{mR \cdot \Delta t} \qquad \frac{dx}{dt} = v$

$\Delta a_{(t; t+\Delta t)} = \frac{B^2 d^2}{mR} \cdot \left(V_0 + \frac{a\Delta t}{2}\right) \qquad da = \frac{B^2 d^2}{mR} \cdot \frac{dx}{dt}$

$\Delta a_{(t+\Delta t; t+2\Delta t)} = \frac{B^2 d^2}{mR}\left(V_0 + a\Delta t + \frac{(a+\Delta a)\Delta t}{2}\right) \qquad \left(V_0 + a\Delta t + (a+\Delta a)\Delta t) + \frac{(a + 2\Delta a)\Delta t}{2}\right)$

$\sum \Delta a = \frac{B^2 d^2}{mR} \sum$

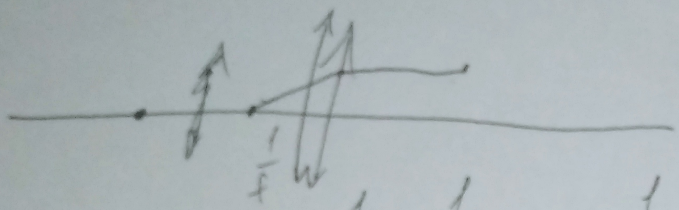
$a - a_0 =$

21201027 (U197842 M1263484)

№5

$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$ $\quad -D_g = \frac{1}{x}$

$7 = \frac{1}{x}$ $\quad x = \frac{1}{7}$



$\frac{D_{дк}}{D_g} = \frac{\frac{1}{f_{дк}} + \frac{1}{d_{дк}}}{\frac{1}{f_g} + \frac{1}{d_{g}}} = \frac{\frac{1}{f} + 4}{\frac{1}{f}}$

$\frac{\frac{1}{f} + 4}{\frac{1}{f}} = \frac{7}{3}$ $\quad \frac{1}{f} = 3$

$\frac{3}{f} + 12 = \frac{7}{f}$ $\quad 4f + 1 = \frac{7}{3}$

$3 + 12f = 7$ $\quad 4f = \frac{4}{3}$

$f = \frac{1}{3}$

$D_{дк} + D_{хр} = 4 + \frac{1}{f}$ / —

$D_{хр} = \frac{1}{x} + \frac{1}{f}$

$+ \frac{1}{d}$ $\quad D_{хр} + D_x = \frac{1}{f} + 2$ / —

$D_{хр} + D_{дк} = \frac{1}{f} + 4$

$D_{дк} = 4 - \frac{1}{x}$ $\quad D_x - D_{дк} = -2$

$D_x = -2 - \frac{9}{4} = -\frac{17}{4}$

$-\frac{9}{4} = 4 - \frac{1}{x}$ $\quad \frac{1}{x} = 4 + \frac{9}{4} = \frac{25}{4}$

$x = \frac{4}{25} = 0{,}16$

$D_{дк} + D_{хр} = 4 + \frac{1}{f}$

$D_g + D_{хр} = 1 + \frac{1}{f}$

$D_{дк} = \frac{7}{7} D_g$

$$\begin{cases} \frac{7}{7} D_g + D_{хр} = 5 \\ D_g + D_{хр} = 1 \end{cases}$$

$-\frac{4}{7}$ $\quad D_g = 4$

$D_g = 3$

$D_{дк} = \frac{7}{3} \cdot 3 = 7$

$$\begin{cases} D_{дк} + D_{хр} = 4 + \frac{1}{f} \\ D_g + D_{хр} = 1 + \frac{1}{f} \\ \frac{D_g}{D_{дк}} = \frac{7}{3} \end{cases}$$

$D_{дк} = \frac{3}{7} D_g$

$$\begin{cases} \frac{3}{7} D_g + D_{хр} = 4 \\ D_g + D_{хр} = 1 \end{cases}$$ / —

$-\frac{4}{7} D_g = 3$

$D_g = -\frac{21}{4}$

$D_{дк} = -\frac{9}{4}$

$D_{хр} = 8$