Часть 1

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

Шифр: **21203253**

ID профиля: **846683**

Вариант 3

Чистовик 1

2. Дано

$T_0; \nu; C(T) = \frac{3RT}{T_0}$

Q_1' – ?

$T_{A_{min}}$ – ?

A_{min} – ?

Решение

1) $\delta Q = C(T)\nu dT$ $\quad \delta Q = \frac{3RT dT}{T_0}\nu$ (*)

просуммируем (*) от T_0 до $\frac{3}{5}T_0$

$$Q_1 = \frac{3R\nu}{T_0}\left(\frac{9T_0^2}{25\cdot 2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{-48\nu RT_0}{50}$$

$$Q_1' = \frac{48\nu RT_0}{50}$$

2) $\delta Q = du + \delta A$ $\quad \nu C(T)dT = \frac{3}{2}R\nu dT + \delta A$

$\delta A = pdV$ $\quad \delta A_{min}$ будет при $dV = 0 \Rightarrow \delta A = 0$

Сейчас мы рассматриваем бесконечно малый процесс, чтобы найти окресность T при которой $\delta A = 0$; $\frac{\nu 3RTdT}{T_0} = \frac{3}{2}R\nu dT$ $\quad T = \frac{T_0}{2} \Rightarrow T_{A_{min}} = \frac{T_0}{2}$

3) $\delta Q = du + \delta A$ $\quad \delta A = \delta Q - du$ $\quad \delta A = 3R\nu T dT\frac{1}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R\, dT$ (**)

просуммируем (**) от T_0 до $\frac{T_0}{2}$

$$A = 3\nu R\left(\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}\frac{TdT}{T_0} - \frac{1}{2}\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}dT\right) = 3\nu R\left(\frac{1}{T_0}\left(\frac{T_0^2}{8} - \frac{T_0^2}{2}\right) + \frac{T_0}{4}\right)$$

$$A_{min} = -\frac{3\nu RT_0}{8}$$

Ответ: 1) $Q_1' = \frac{48\nu RT_0}{50}$; 2) $T_{A_{min}} = \frac{T_0}{2}$ 3) $A_{min} = -\frac{3\nu RT_0}{8}$

Тут я не объяснил почему мы рассматриваем малый процесс δA; проблема в том что сначала Q – отрицательна du – тоже $C_V < C(T) \Rightarrow$ A – отрицательна, но когда $C(T) \approx C_V$ δA будет положительна и работа начнет расти, а нам нужно min значение.

Чистовик 3

3) т.к. внешних сил (не потенциальных) нет $\Rightarrow$ работает ЗСЭ: $mgH = \frac{mV_x^2}{2}$ $V_x^2 = 2gH$

найдём a_x $a_x = \frac{g}{2\sin\alpha} \cdot \sin\alpha = \frac{g}{2}$

$dV_x = a_x dt$ $a_x = const = \frac{g}{2}$ $\frac{\sqrt{2gH}}{g} \cdot 2 = T$

$T = \sqrt{\frac{8H}{g}}$

4) $T\cos\alpha = ma_{тара}\cos\alpha$ $T(1-\cos\alpha) = Ma_{клина}$

$\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{m\cos\alpha\, a_{тара}}{M\, a_{клина}}$ $\frac{m}{M} = \frac{\cos 2\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{119}{169} \cdot \frac{1 \cdot 13}{\cancel{128}} = \frac{119}{\cancel{8} \cdot 13} = \frac{119}{\cancel{126}\ 104}$

$\frac{m}{M} = \frac{119}{104}$

Ответ: 1) $\beta = \alpha$ 2) $a_{клина} = \frac{119}{312} g$ 3) $\frac{m}{M} = \frac{119}{104}$ 4) $T = \sqrt{\frac{8H}{g}}$

21203253 (U846683 M1263187)

Чистовик 2

1 Дано

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

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

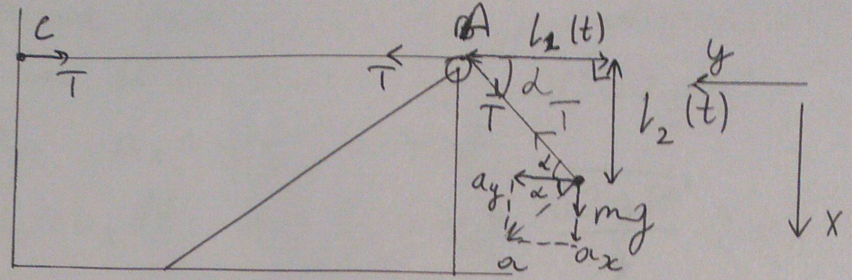
1) β - ?

2) $a_{клина}$ - ?

3) $\frac{m}{M}$

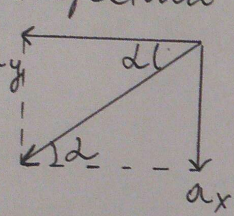
4) T - ?

Решение



1) ~~Т.к.~~ т.к. угол $\alpha = const \Rightarrow \frac{l_2(t)}{l_1(t)} = const$

если дважды продифференцировать по времени $l_2(t)$ и $l_1(t)$ то мы получим отношения ускорений шара по оси x и y $\frac{a_x}{a_y} = tg\alpha$



$\Rightarrow$ угол $\beta = \alpha$ $\beta = arctg\alpha$

2) т.к. наша нить нерастяжима $\Rightarrow$ проекции ускорений на нить равны $a_{клина} = a_{шара}\cos(2\alpha)$

2ЗН: для клина на ось y: $T(1-\cos\alpha) = M a_{клина}$.

2ЗН: для шара на ось x: $T\sin\alpha - mg = m a_{шара}\sin\alpha$

2ЗН: для шара на ось $\perp mg$ $T\cos\alpha = m a \cos\alpha$

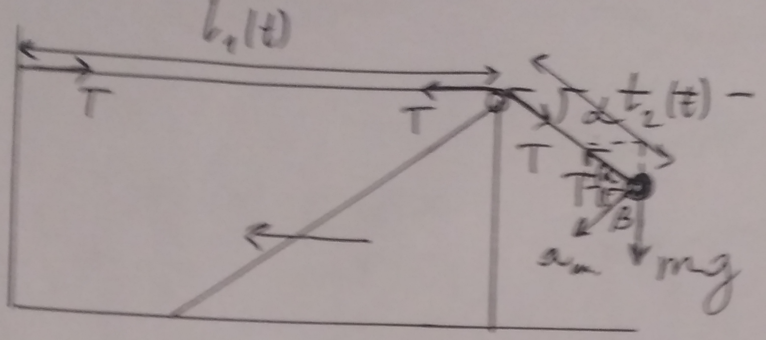
~~$T = m a_{шара}$ $m a_{шара}(1-\cos\alpha) = M a_{шара}\cos(2\alpha)$~~

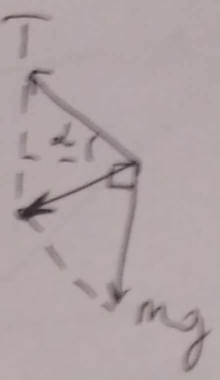
~~$\frac{m}{M} = \frac{\cos(2\alpha)}{1-\cos\alpha}$ $\cos 2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 = \frac{2050}{169} - 1 = 119$~~

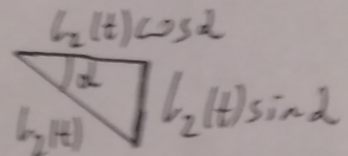
2ЗН: для шара на ось $\perp T$: $mg = m a \sin 2\alpha$

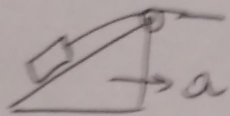
$g = a\sin(2\alpha)$ ~~$\cos\alpha$~~ $a_{шара} = \frac{g\cos\alpha}{\sin 2\alpha} = \frac{-g}{2\sin\alpha}$

$a_{клина} = \frac{-g}{2\sin\alpha}\cos(2\alpha) = \frac{g\,13}{24}\cdot\frac{119}{169} = \frac{g\,119}{312} = \frac{119}{312}g$









$l_1(t) + l_2(t) = const$ ДДТ
a

$Ma_{клина} = T(1-\cos\alpha)$ $m a_m \cos\beta = T\cos\alpha$

l $a\cos(\alpha+\beta) = a_{клина}$

Черновик.

Вспомогательный ход: He Ne

$T_0;\quad C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

T_0 до $\frac{3}{5}T_0 \qquad C(T)\,dT\,\nu = \delta Q$

$\frac{3R\nu T}{T_0} = \delta Q \quad \int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0}$

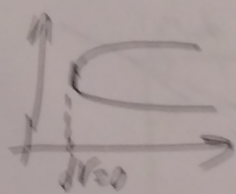
$\nu\frac{3R}{T_0}\left(\frac{T_2^2}{2} - \frac{T_2^2}{2}\right) = Q$

$\frac{3R}{T_0}\left(\frac{9T_0^2}{50} - \frac{T_0^2}{2}\right) = Q - \frac{3R}{T_0}\left(\frac{16T_0^2}{50}\right) = Q$

$Q = -\nu R\frac{48T_0}{50} \qquad Q_{отд} = \frac{48T_0\nu R}{50} \qquad \downarrow T \quad Q\downarrow \; u\downarrow$

2) $\delta Q = \frac{3}{2}\nu R\,dT + \delta A \qquad \delta A = p\,dV \quad A_{min} = 0$ когда $dV = 0$

$\delta Q = \frac{3}{2}\nu R\,dT$



$dQ = \nu C(T)\,dT = \nu 3R\frac{T}{T_0}dT$

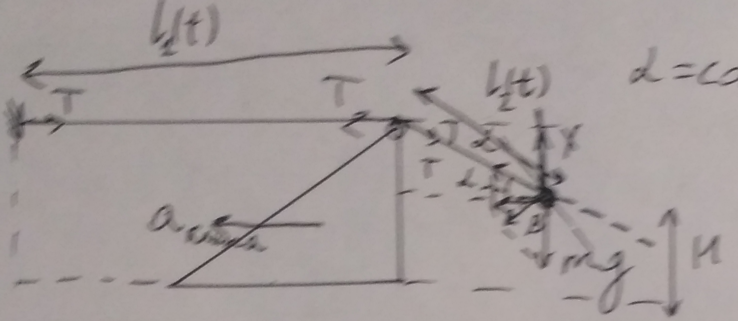
$\nu 3R\frac{T}{T_0}dT = \frac{3}{2}\nu R\,dT \qquad \boxed{T = \frac{T_0}{2}}$ ← до T при котором A_{min}

$\delta A = \delta Q - du = \nu C(T)\,dT - \frac{3}{2}\nu R\,dT \qquad \boxed{A_{min} = 3R\nu\left(-\frac{3T_0}{8} + \ldots\right)}$

$\delta A = \nu 3R\frac{T}{T_0}dT - \frac{3}{2}\nu R\,dT \qquad \int$ от T_0 до $\frac{T_2}{2}$ $\quad A_{min} = \frac{-3R\nu T_0}{8}$

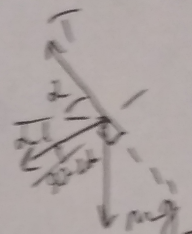
$A = 3R\nu\left(\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}\frac{T\,dT}{T_0} - \frac{1}{2}\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}dT\right) = 3\nu R\left(\frac{1}{T_0}\left(\frac{T_0^2}{8} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{1}{2}\left(T - \frac{T_0}{2}\right)\right)$

1



$\alpha = const$ $\quad \cos\alpha = \frac{5}{13}$

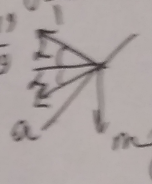
$\sin\alpha = \frac{12}{13}$



$\overline{T} + m\overline{g} = m\overline{a}$

$\overline{l_1}(t) + \overline{l_2}(t) = const$

$\frac{169-50}{169} = \frac{119}{169}$



$T\sin\alpha = mg \sin$

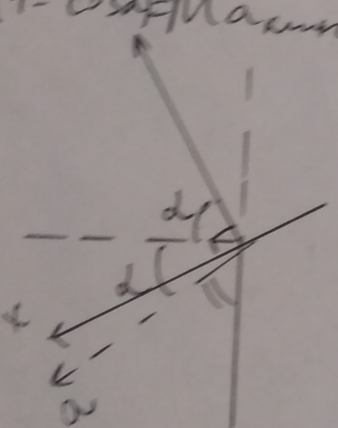
$x:\ l_1(t) + l_2(t)\cos\alpha = const$ ДДП

$\cancel{v}\ a_1 + a_2\cos\alpha = 0$ $\qquad a_1 = a_2\cos\alpha \Rightarrow a_{клина} = a_{шара}\cos\alpha$

$T\sin\alpha = m a_{шара}\sin\beta$ $\qquad T - T\cos\alpha = M a_{клина}$

$T(1-\cos\alpha) = M a_{клина}$

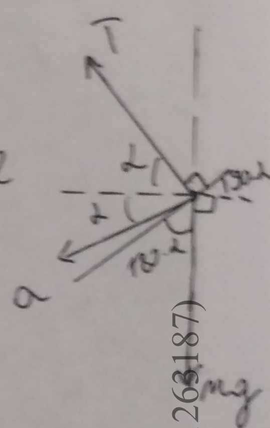
т.к. нить нерастяжима => проекции ускорений на нить должны быть равны



$a_ш \cos(\alpha+\beta) = a_{клина}$

$a_ш \cos(\alpha+\beta) = a_{шара}\cos\alpha$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha$



$\cos(\alpha+\beta) = \frac{5}{13}$ $\qquad \cos\alpha\cos\beta \cancel{+} - \sin\alpha\sin\beta = \frac{5}{13}$

$5\cos\beta - 12\sin\alpha = 5$

$\cos\beta - 2{,}4\sin\beta = 1$ $\qquad \cos\beta - 2{,}4\sin\beta = \cos^2\beta + \sin^2\beta$

$\cancel{\cos}\ \alpha + \beta = \arccos\frac{5}{13}$ $\qquad \cancel{\cos}\ \beta = \arccos\frac{5}{13} - \alpha$

$\beta = 0$

Часть 2

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

Шифр: **21203253**

ID профиля: **846683**

Вариант 3

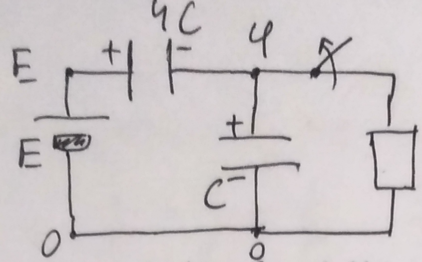
Чистовик ①

№3.

I_1 - ?

Q - ?

u_R - ?; $I_{C_1} = I_0$



1) ЗСЗ: $-4C(E-\varphi) + C\varphi = 0$

$-4E + 5\varphi = 0$

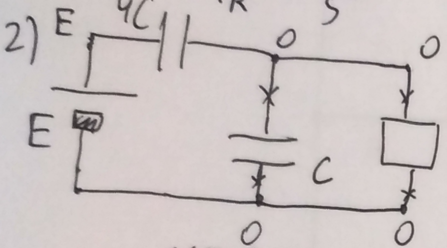
$\varphi = \frac{4}{5}E$

используем МУП: $u_{c_1} = \frac{E}{5}$ $u_{c_2} = \frac{4E}{5}$

Напряжение на C_1 и C_2 скачком не изменится

$\Rightarrow I_{1R} = \frac{4E}{5}$; $W_{нач} = \frac{2CE^2}{25} + \frac{8CE^2}{25} = \frac{10CE^2}{25} = \frac{2}{5}CE^2$

2)



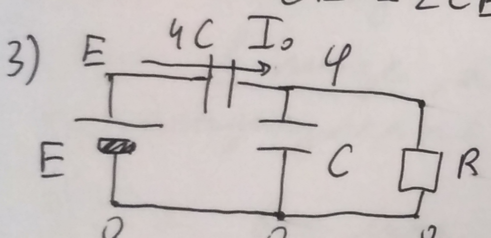
В уст. состоянии тока не будет

$u_{c_1} = E$ $q_{c1} = 4CE$ $\Rightarrow$ через источник пройдёт заряд $q = 4CE - \frac{4EC}{5}$

$q = \cancel{\frac{16EC}{20}} \cancel{= \frac{4}{5}EC} = 3{,}2CE$ $A_{ист} = 3{,}2CE^2$ $W_{кон} = 2CE^2$

ЗСЭ: $3{,}2CE^2 = 2CE^2 - \frac{2}{5}CE^2 + Q$ $Q = 1{,}6CE^2$

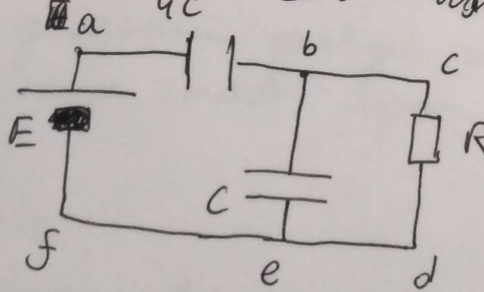
3)



$u_{c_2} = u_R$ $qC = IR$ $I = \frac{qC}{R}$

$I_C = C\frac{du}{dt}$ 1ЗК: $I_0 = I_{C_2} + I_R$

$\Rightarrow \frac{du_1}{dt} = \frac{I_0}{4C}$



Запишем 2ЗК для abef: $E = u_{c_1} + u_{c_2}$ (*)

Продифференцируем (*) по времени $\Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{du_{c1}}{dt} = \frac{du_{c2}}{dt}$ $I_c = C\frac{du}{dt}$ $\frac{du_1}{dt} = \frac{I_0}{4C} \Rightarrow I_{C_2} = \frac{I_0}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_R = \frac{3I_0}{4}$ $u_R = \frac{3I_0R}{4}$ Ответ: $I_{1R} = \frac{4E}{5R}$; $Q = 1{,}6CE^2$; $u_R = \frac{3I_0R}{4}$

7/

Чистовик ③

$F = 18\,см = F$

$d = 4F = 72\,см$

$H = \frac{F}{2} = 9\,см$

$x_0 = \frac{4F}{3}$

$x - ?$

$D_м - ?$

$l - ?$

1) Решение

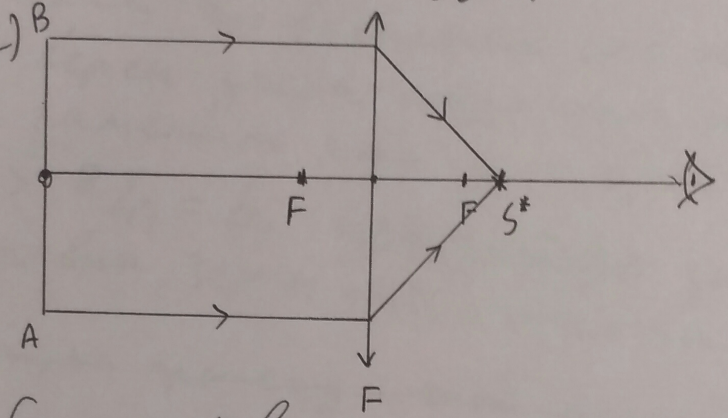
т.к. $d > F \Rightarrow$ И ~~изра~~ картины – действительное; формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \qquad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{4F} \qquad f = \frac{4}{3}F$$

$$\Gamma = \frac{1}{3}; \quad f = 24\,см$$

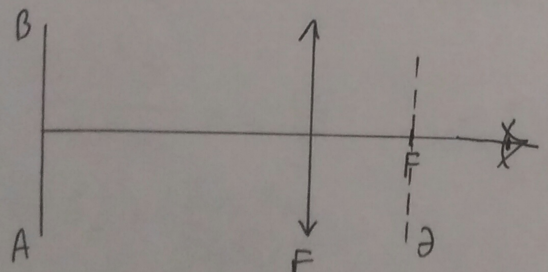
$$x = f + x_0 = 48\,см.$$

2)



П.к. наблюдатель видит уменьшенное изображение в линзе, а в силу того что предмет висит перпендикулярно ГОО, $D_м = H \cdot \Gamma = 3\,см$

3) П.к. все лучи проходят через дальний от картины фокус $\Rightarrow$ для того чтобы не видеть ни одной детали изображения нужно поместить экран в ~~д~~ дальний фокус или в 18 см от линзы. (для того чтобы лучи не сходились)



Ответ: 1) $x = 48\,см$ 2) $D_м = 3\,см$ 3) $l = 18\,см$ справа от линзы.

21203253 (U846683 M1263188)

Чистовик 2

№4

1 - 2m; R

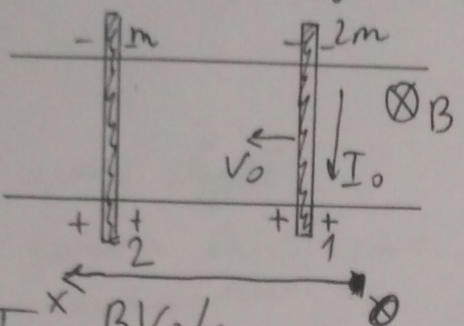
2 - m; 3R

V_0; L; S_0

a_0 -?

$V_{кон}$ -?

d -?



1) $\mathcal{E}_i(0) = BV_0L$

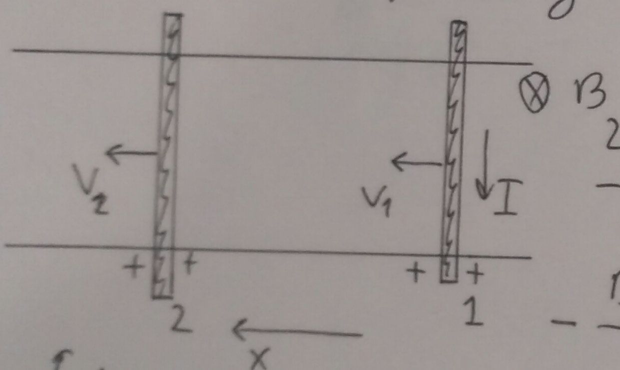
$I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{4R}$ (последовательное соединение)

$I_0 = \frac{BV_0L}{4R}$ $\quad F_{A_0} = 2ma_0 \quad 2ma_0 = \frac{B^2L^2V_0}{4R}$

$a_0 = \frac{B^2L^2V_0}{8Rm}$

2) Заметим что внешних сил нет и $a_{ц.м}=0$ тогда верен закон сохранения импульса также заметим что уст. будет когда тока нет => $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$ ~~ЗСИ~~ значит скорости будут равны, ЗСИ X: $2mV_0 = 2mu + mu \quad u = \frac{2}{3}V_0$

3) Рассмотрим промежуточный момент времени. τ



$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{4R} = \frac{BL(V_1 - V_2)}{4R}$

2 ЗН для 1: $-F_A = 2m\frac{dV_x}{dt}$ $\quad -\frac{B^2L^2(V_1-V_2)dt}{4R} = 2m\,dV$

$-\frac{B^2L^2(dx_1 - dx_2)}{8Rm} = dV$

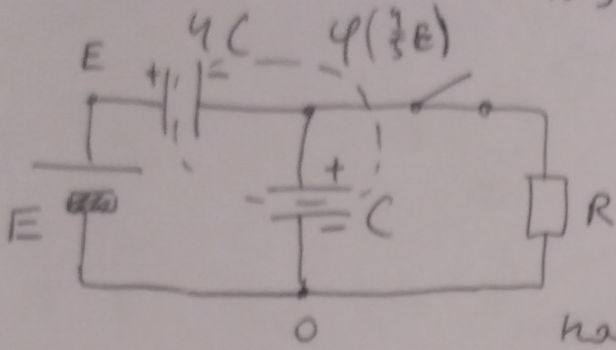
$\int(dx_1 - dx_2)$ - относительное перемещение перемычек относительно друг друга. $= x$

$\frac{-B^2L^2(dx)}{8Rm} = dV$ - интегрируем от V_0 до $\frac{2}{3}V_0$

$-\frac{B^2L^2x}{8Rm} = -\frac{V_0}{3} \quad x = \frac{8V_0Rm}{3B^2L^2} \quad d = x + S_0 =>$

$d = S_0 + \frac{8V_0Rm}{3B^2L^2}$

№3 Черновик.



ЗСЗ: $4C(E-\varphi)=C\varphi$

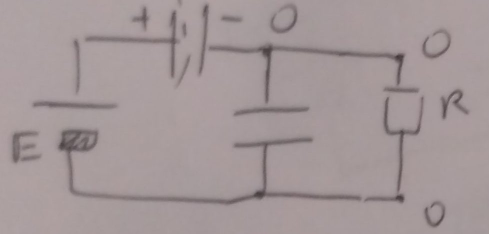
$4E=5\varphi \quad \varphi=\frac{4}{5}E$

напряжение на кондёрах скачком не изменится

$u_{c_1}=\frac{E}{5} \quad u_{c_2}=\frac{4}{5}E \quad I_0=\frac{4E}{5R}$

было: $\frac{16CE}{4C5}$ стало: $4CE$

$A_б=qE=\frac{4E^2}{5}$



$u_{c_1}=E$

ЗСЭ: $\frac{4E^2}{5}=2CE^2-\frac{2CE^2}{25}-\frac{8CE^2}{25}+Q$

$\frac{4E^2}{5}=\frac{50}{25}CE^2-\frac{10CE^2}{25}+Q$

$\frac{C4E^2}{5}=\frac{40CE^2}{25}+Q=\frac{8}{5}CE^2+Q$

2ЗК: $C\frac{du}{dt}=IR$

$C\,du=I\,dt\,R$

$du\,C=dq\,R$

2ЗК: $E=u_{c_1}+IR \quad I_{c_1}=I_c+I_R$

$u_{c_1}=qC$

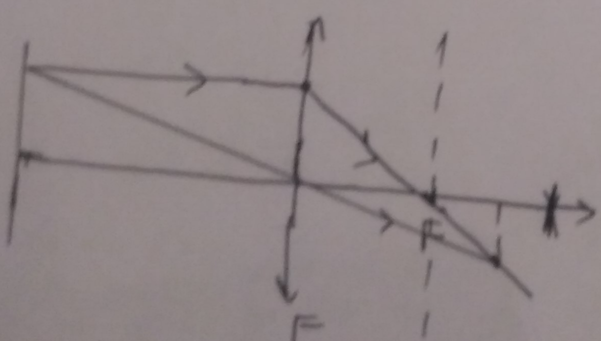
$I_0=$

$I_0R=I_cR+I_R$

$4C\frac{du}{dt}=I_0 \quad u_1'(t)=\frac{I_0}{4C}$

$E=u_{c_1}+u_{c_2}$

$\frac{du_{c_2}}{dt}=$



21203253 (U846683 M1263188)