Часть 1

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

Шифр: **21201065**

ID профиля: **817171**

Вариант 3

② Дано:

ν, T_0

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

1) Запишем формулу для маленькой ~~маленькой~~ полученной теплоты dQ

$$dQ_{пол} = C\nu\Delta T = \frac{3\nu R}{T_0} T\Delta T$$

Просуммируем dQ от T_0 до $\frac{3}{5}T_0$

$$Q_{пол} = \frac{3\nu R}{2T_0}\left(\left(\frac{3}{5}T_0\right)^2 - T_0^2\right) = -\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{3}{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{16}\,8}{25}\cdot T_0^{\cancel{2}} =$$

$$= -\frac{24}{25}\nu R T_0$$

Т.к. $-Q_{пол} = +Q_{отд} \Rightarrow Q_{отд} = \frac{24}{25}\nu R T_0$ ①

2) $dQ = dU + dA$ $\qquad dQ = \frac{3\nu R}{T_0}T\Delta T$

$$dU = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$$\frac{3\nu R}{T_0}T\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + dA$$

Просуммируем до какой-то температуры T_1 от T_0

$$\frac{3\nu R}{2T_0}(T_1^2 - T_0^2) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) + A$$

Выразим A, получим $A = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1^2}{T_0} - T_1\right)$ (1)

Заметим, что A зависит только от выражения $\frac{T_1^2}{T_0} - T_1$

Заменим $T_1 = xT_0$, получим $x^2T_0 - xT_0$

Это парабола с ветвями вверх $\Rightarrow$ минимум при в вершине

$-\frac{b}{2a} = \frac{T_0}{2T_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{2}T_0$ ②

21201065 (U817171 M1267850)

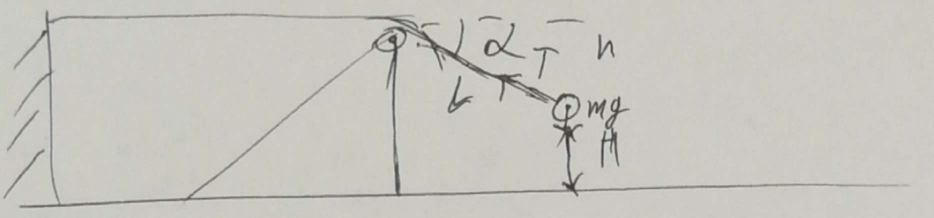
② 3) Подставим полученную T_1 в выражение (1)

Получим $A = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{1}{4}T_0 - \frac{1}{2}T_0\right) = -\nu RT_0 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4} = -\frac{3}{8}\nu RT_0$ ③

Ответ: $Q_{отд.} = \frac{24}{25}\nu RT_0$; $T_1 = \frac{1}{2}T_0$; $A_{min} = -\frac{3}{8}\nu RT_0$

№1.

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



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

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times\, 13 \\ \hline 39 \\ +\, 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

$169 - 25 = 144$

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

$L \cdot \sin\alpha = h$

№2.

ν $\quad T_0$

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

$dQ = dU + dA$

$dQ = C\nu\Delta T = 3\nu R\frac{T\Delta T}{T_0}$

$dU = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$

$\frac{3\nu R}{T_0}T\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + dA$

Просуммируем

$\frac{3\nu R}{2T_0}\left(\left(\frac{3}{5}T_0\right)^2 - T_0^2\right) = \frac{3}{2}\nu R \left(\frac{3}{5}T_0 - T_0\right) + A$

$\frac{3\nu R}{2T_0}\left(\frac{9}{25}T_0^2 - T_0^2\right) = -\frac{3}{\cancel{2}}\nu R \cdot \frac{\cancel{2}}{5}T_0 + A$

$\frac{3\nu R}{2T_0}\cdot\left(-\frac{16}{25}T_0^2\right) = -\frac{3}{5}\nu R T_0 + A$

21201065 (U817871 M1267850)

$-\frac{3}{\cancel{2}}\nu R T_0 \cdot \frac{\cancel{16}^{\,8}}{25} = -\frac{3}{5}\nu R T_0 + A$

$T_1\left(\frac{T_1}{T_0}-1\right)$

при $T_1 = T_0$, $A = 0$

$T_1 < T_0$

$T_1 = xT_0$

$xT_0(x-1)$

$x^2T_0 - xT_0$

$T_1 = \frac{1}{2}T_0$ 2)

$-\frac{b}{2a} = \frac{T_0}{2T_0} = \frac{1}{2}$

3) $A = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{1}{4}T_0 - \frac{1}{2}T_0\right) = \frac{3}{2}\cdot\left(-\frac{1}{4}\right)\nu RT_0 =$

$= -\frac{3}{8}\nu RT_0$ 3)

$x^2T_0 - xT_0 = 0$

$x^2 - x = 0$

$x(x-1) = 0$

$x = 0 \quad x = 1$

$$\Delta L = \frac{\Delta h}{\sin\alpha}$$

$$\frac{2T\cos^2(90-\frac{\alpha}{2})}{m} = \frac{g - \frac{T}{m}\sin\alpha}{\sin\alpha} = \frac{g}{\sin\alpha} - \frac{T}{m}$$

$$\frac{g}{\sin\alpha} - \frac{T}{m} = g - \frac{T}{m}\sin\alpha$$

$$\cancel{g}\ \cancel{1}\ g\left(\frac{1}{\sin\alpha} - 1\right) = \frac{T}{m}(1-\sin\alpha)$$

$$\cancel{g\sin\alpha}\ \frac{g}{\sin\alpha}\cancel{(1-\sin\alpha)} = \frac{T}{m}\cancel{(1-\sin\alpha)}$$

$$a_{m}^{nag} = \frac{g}{\sin\alpha} - \frac{g}{\cancel{\sin\alpha}}\cdot\cancel{\sin\alpha} = g\left(\frac{1}{\sin\alpha} - 1\right) = \frac{1}{12}g$$

$$m\vec{a}_m = \vec{T} + m\vec{g}$$

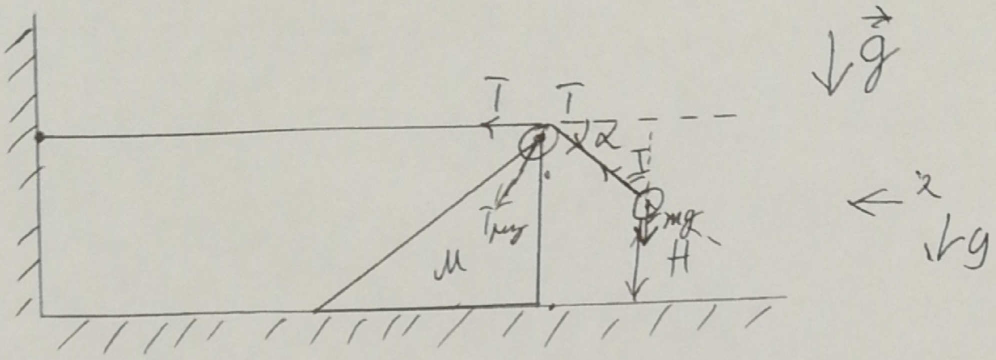
$$Ox: ma_x = T\cdot\cos\alpha \qquad a_x = \frac{T}{m}\cdot\cos\alpha = g\,\mathrm{ctg}\,\alpha$$

$$Oy: ma_y = mg - T\sin\alpha$$

$$a_y = g - \frac{T}{m}\sin\alpha = g - g = 0$$

$$a_y = g - \frac{T}{m}\sin\alpha$$

①



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

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

Скорость подачи нитки v_1 тогда скорость торика в проекции на нитку тоже v_1

Из кин связи следует, что ускорения равны

$L\sin\alpha = h$

$\Delta L \sin\alpha = \Delta h$

$\Delta L = v_{под}\Delta t$

$v_{под}\Delta t \sin\alpha = v_{под}\Delta t$

$v_{под}\sin\alpha = v_{под}$

$T_{рез} = 2\cdot T\cdot\cos\left(90-\frac{\alpha}{2}\right)$

$a_{под} = \frac{2\cdot T\cdot\cos\left(90-\frac{\alpha}{2}\right)}{M}\cdot\cos\left(90-\frac{\alpha}{2}\right)$

$a_{под} = \frac{2T\cdot\cos^2\left(90-\frac{\alpha}{2}\right)}{M}$

$a_{m\,под} = a_{под} = \frac{2T\cos^2\left(90-\frac{\alpha}{2}\right)}{M}$

$a_{m\,под} = g - \frac{T}{m}\cdot\sin\alpha$

$g - \frac{T}{m}\sin\alpha = \frac{2T\cos^2\left(90-\frac{\alpha}{2}\right)}{M}$

21201065 (U817171 M1267850)

$a_{\underset{\text{на нить}}{m}} = a_{\text{под}}$

$g\cos\alpha - \frac{T}{m} = \frac{2T\cos^2(90 - \frac{\alpha}{2})}{M}$

$\Delta L = \frac{\Delta h}{\sin\alpha}$

$\frac{2T\cos^2(90 - \frac{\alpha}{2})}{M} = \frac{g}{\sin\alpha} - \frac{T}{m}$

$\cancel{g\cos\alpha - \frac{T}{m} = \frac{g}{\sin\alpha} - \frac{T}{m}}$

$tg\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{12}{5}$

$\frac{\frac{2T\cos^2(90 - \frac{\alpha}{2})}{M}}{g - \frac{T}{m}\sin\alpha} = tg\,\alpha$

$\frac{2T\cos^2(90 - \frac{\alpha}{2})}{mg - T\sin\alpha}\frac{m}{M} = tg\,\alpha$

$ctg\,\alpha = \frac{mg - T\sin\alpha}{2T\cos^2(90 - \frac{\alpha}{2})}\frac{M}{m}$

$ctg\,\alpha =$

21201065 (U817171 M1267850)

~~перейдем в ИСО~~

$$\frac{2T\cos^2(90-\frac{\alpha}{2})}{mg - T\sin\alpha}\ \frac{m}{M} = tg\,\alpha$$

$$\frac{mg - T\sin\alpha}{m\cdot\sin\alpha} = \frac{2T\cos^2(90-\frac{\alpha}{2})}{M}\cancel{\cdot\sin\alpha}$$

$$\cancel{2T\cos^2(90-\frac{\alpha}{2})}\ tg\,\alpha = \frac{\frac{mg - T\sin\alpha}{m}}{\frac{2T\cos^2(90-\frac{\alpha}{2})}{M}}$$

$$\frac{2T\cos^2(90-\frac{\alpha}{2})}{M} = \frac{mg - T\sin\alpha}{m\,tg\,\alpha}$$

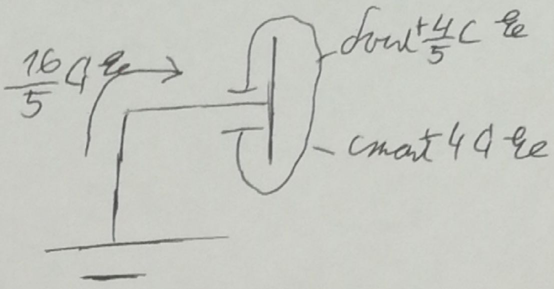
Часть 2

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

Шифр: **21201065**

ID профиля: **817171**

Вариант 3



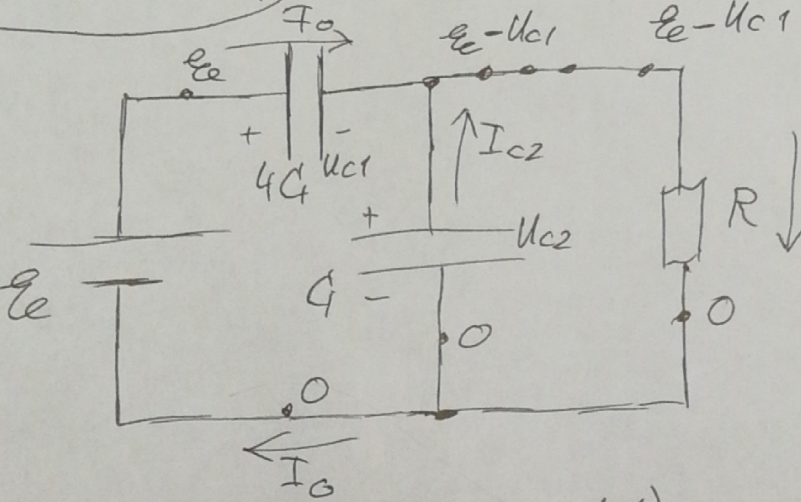
③ ЗСЭ:

$$A_б = W(t_{уст}) - W(0) + Q$$

$$\frac{16}{5}C\mathcal{E}\cdot\mathcal{E} = 2C\mathcal{E}^2 - \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2 + Q$$

$$\frac{8}{5}C\mathcal{E}^2 = Q$$ ②

3)



метод потенциалов

По ЗСЗ: $I_0 + I_{C2} = I_R$ (1)

Заметим, что $U_{C2} = \mathcal{E} - U_{C1}$

Т.к. $I_0 = 4CU_{C1}'$, а $I_{C2} = CU_{C2}'$, то $I_{C2} = CU_{C1}' = \frac{I_0}{4}$

Подставим в выражение (1)

$I_0 + \frac{I_0}{4} = I_R$

I_R по закону ома $\frac{U_R}{R}$, где $U_R = \mathcal{E} - U_{C1}$

$\frac{5I_0}{4} = I_R$

$\frac{5}{4}I_0 = \frac{U_R}{R} \Rightarrow U_R = \frac{5}{4}I_0 R$ ③

Ответ: $I_R(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$; $Q = \frac{8}{5}C\mathcal{E}^2$; $U_R(\tau) = \frac{5}{4}I_0 R$

Чистовик 3 из 6

23Н:

4) 1) $ma = F_A$

$ma = BIL$

$\mathcal{E}_{i1} = B v_0 L$ — проекция полной силы со стороны магнитного поля на проводник

$I = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{4R} = \frac{B \cdot v_0 \cdot L}{4R}$ — представляя всё как цепь с источником $\mathcal{E}_i$

$ma = B \cdot \frac{B v_0 \cdot L}{4R} \cdot L$

$ma = \frac{B^2 L^2 v_0}{4R} \Rightarrow a = \frac{B^2 L^2 v_0}{4mR}$

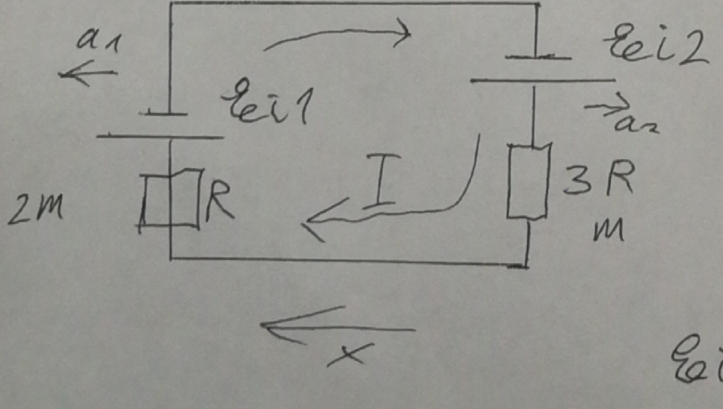
2) Через продолжительный промежуток времени не будет ускорения $\Rightarrow \mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i2} \Rightarrow v_1 = v_2 \Rightarrow I = 0$

(Ускорения не будет, т.к. 1 перемычка будет ускоряться, а вторая замедляться, пока $v_1 = v_2$)

~~Найдем выразим ускор~~ Рассмотрим систему в произвольный момент времени

у перемычки 1 v_1, у перемычки 2 v_2

сразу заменим перемычки на реальные источники



$I = \frac{\mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}}{4R}$

$a_1 = \frac{BIL}{2m} = BL \frac{\mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}}{m8R}$

$a_2 = \frac{BIL}{m} = -BL \frac{\mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}}{4Rm}$

$\mathcal{E}_{i1} = B v_1 L \qquad |a_2| = |2a_1|$

$\mathcal{E}_{i2} = B v_2 L$

21201065 (U817171 M1267851)

4) ~~т.к.~~ Т.к. $|a_2| = |2a_1|$ то $a_1 t = v_0 - 2a_1 t$

a_1 Т.к. $v_1 = v_2$

$v_0 = 3a_1 t$

$a_1 t = v_1 = v_2 = \frac{v_0}{3}$

3) ЗСЭ:

$$\frac{3m\left(\frac{v_0}{3}\right)^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + Q$$

$$\frac{3mv_0^2}{18} = \frac{mv_0^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{6mv_0^2}{18} = \frac{mv_0^2}{3}$$

$dQ = I^2 R t$ $\cancel{\int_0^Q dQ = R \int BLv_2}$

$$I = \frac{\mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}}{4R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{4R} = \frac{BLv_1}{4R} - \frac{BLv_2}{4R}$$

Q $v_0 = 3a_1 t$

$v_0 = 3\,\frac{B^2L^2(v_1 - v_2)}{8mR}\,t$ просуммируем

$$v_0 = \frac{3B^2L^2 t}{8mR}\left(\left(0 - \frac{v_0}{3}\right) - \left(v_0 - \frac{v_0}{3}\right)\right)$$

$1 = \frac{B^2L^2}{8mR}\,\frac{v_0}{3}\,t$ $\Delta S = \Delta v t$

$\Delta S = (v_1 - v_2)t)$

$t = \frac{8mR}{B^2L^2}$ $\Delta S = v_1 t - v_2 t$

просуммируем

$S_r = S_0 - S = S_0 - \frac{v_0 8mR}{B^2L^2}$ $S = \left(0 - \frac{v_0}{3}\right)\frac{8mR}{B^2L^2} - \left(v_0 - \frac{v_0}{3}\right)\frac{8mR}{B^2L^2}$

$S = -\frac{v_0}{3}\,\frac{8mR}{B^2L^2} - \frac{2v_0}{3}\,\frac{8mR}{B^2L^2} = -v_0\frac{8mR}{B^2L^2}$

21201065 (U817171 M1267851)

Ответ: $a = \frac{B^2L^2v_0}{4mR}$; $v_1 = v_2 = \frac{v_0}{3}$; $S_K = S_0 - v_0\frac{8mR}{B^2L^2}$

(5) 1) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} = 24 см$$

~~Чтобы глаз~~ Так как глаз аккомодирован на 24 см, то он находится на расстоянии 24 см от изображения

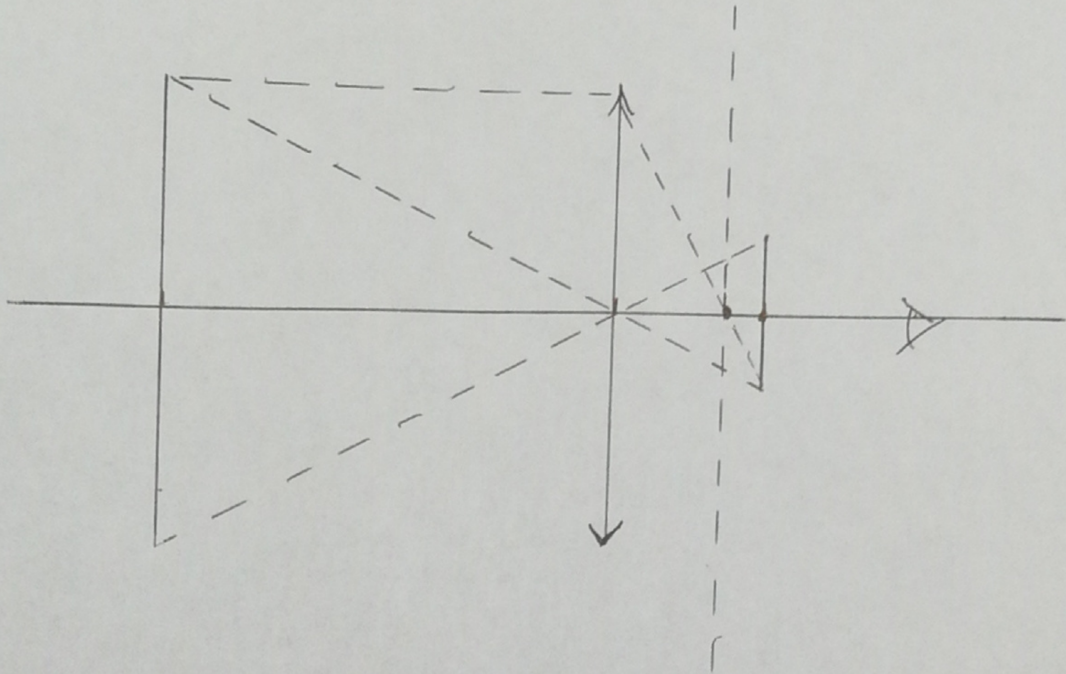
$\Rightarrow x = f + 24 см = 48 см$ (1)

2) Заметим, чтобы человек увидел всё изображение, свет от краёв картинки должен проходить через центр изображения.

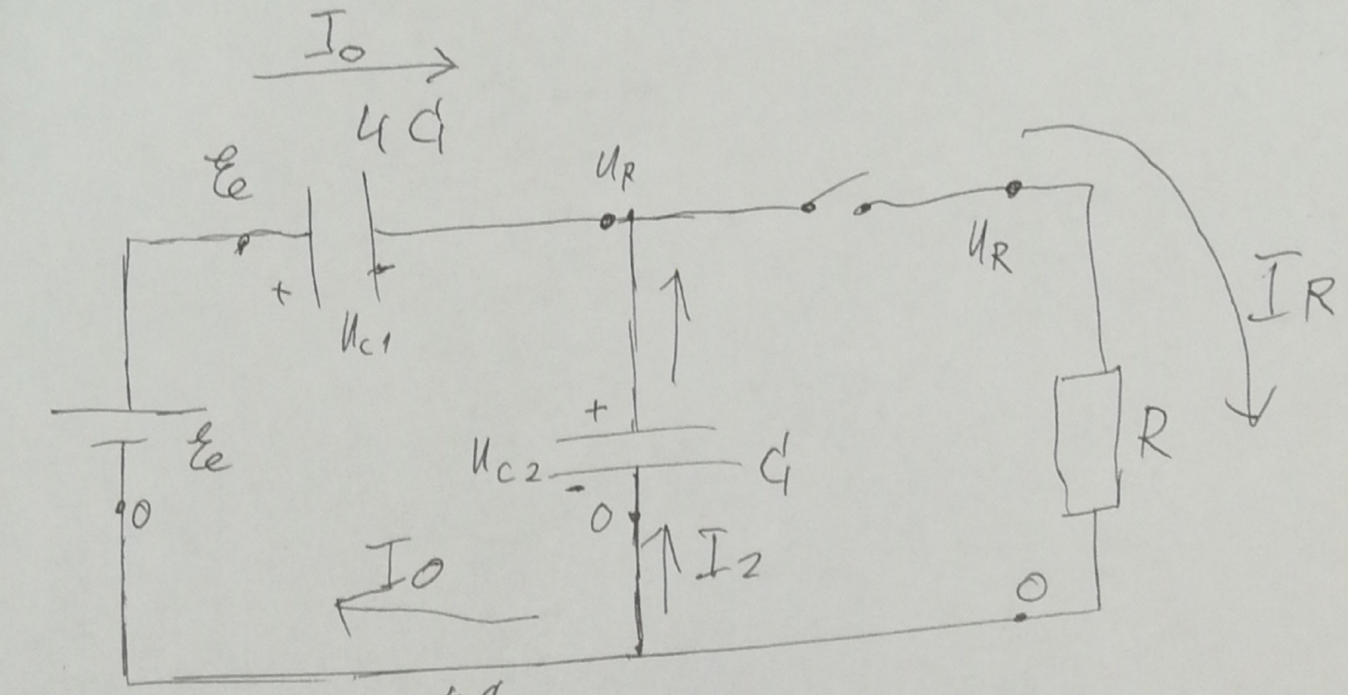
21201065 (U817171 M1267851)

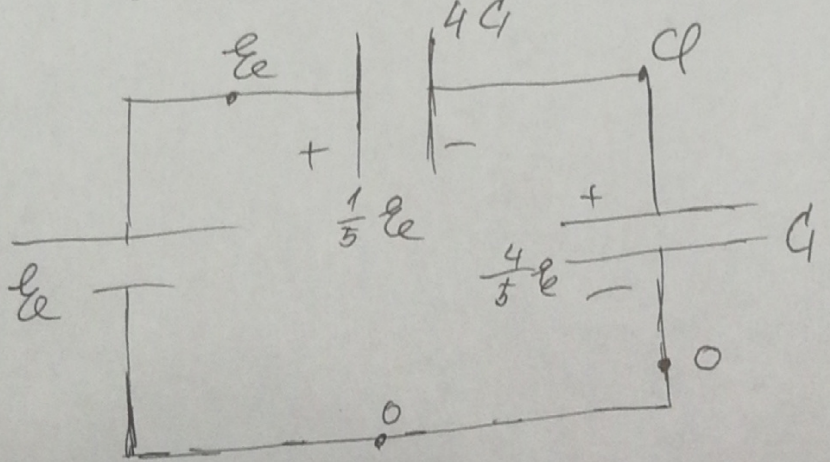
Ответ: $x = 48$ см

~~Черновик~~
Чистовик



21201065 (U817171 M1267851)





$\frac{1}{5}\mathcal{E}$

$(\mathcal{E}-\varphi)\cdot 4\cancel{C} = \varphi \cancel{C}$

$4\mathcal{E} - 4\varphi = \varphi$

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

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

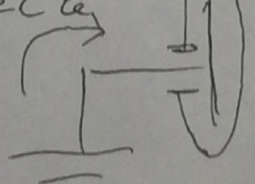
1) $I = \frac{\frac{4}{5}\mathcal{E}}{R} = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$ 1

$W(0) = \frac{4C\mathcal{E}^2}{50} + \frac{C\cdot 16\mathcal{E}^2}{50} =$

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

$W(t\ уст) = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} = 2C\mathcal{E}^2$

$\frac{16}{5}C\mathcal{E}$



– был $\frac{4}{5}C\mathcal{E}$

стал $4C\mathcal{E}$

(4) $F_A = BIL$

$I = \frac{\mathscr{E}_i}{4R}$ $\qquad$ $\mathscr{E}_i = B v h$

$v_0 = \frac{3B^2L^2(v_1+v_2)}{8mR}t$

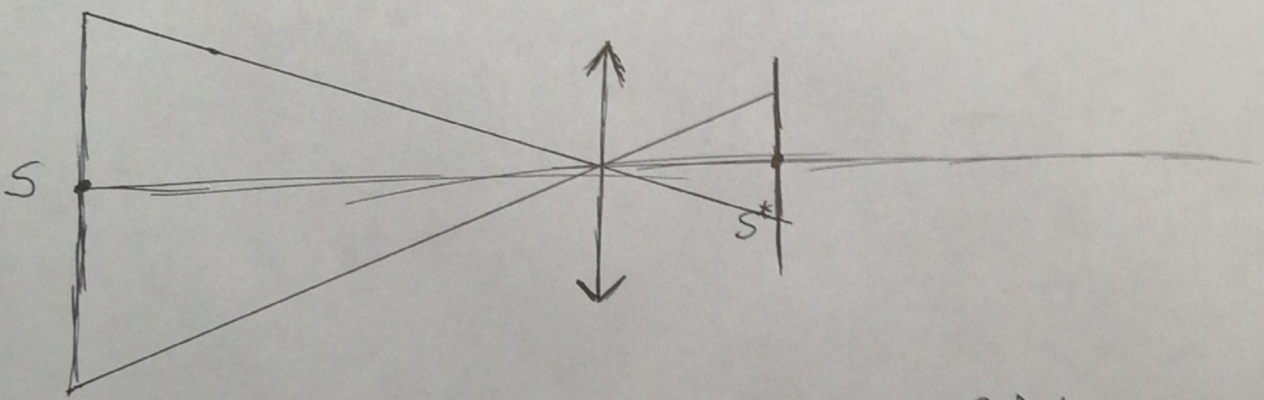
(5) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

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

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{72 \cdot 18}{72-18} = \frac{72 \cdot 18}{54} = 24$ см

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

$x = 48 = 24 + 24 = 48$



$|2a_1| = |a_2|$ $\qquad$ $\mathscr{E}_{i2} - \mathscr{E}_{i1} = B(v_1 - v_2)L$

$v_1 = a_1 \cdot t$ $\qquad$ $v_1 = v_2$

$v_2 = a \cdot v_0 - a_2 t$

$a_1 t = v_0 - a_2 t$

$\frac{B^2L^2(v_2-v_1)}{8mR}t = v_0 - \frac{\overset{2}{}B^2L^2(v_1-v_2)}{4mR}t$

21201065 (U817171 1012267851)

Черновик. 3 из 3.

$$A_б = W(t_{уст}) - W(0) + Q$$

$$\frac{16}{5} C \mathcal{E}^2 = \frac{2}{\cancel{4}} C \mathcal{E}^2 - \frac{2}{5} C \mathcal{E}^2 + Q$$

$$\frac{8}{5} C \mathcal{E}^2 = Q \quad (2)$$

$$I_R = \frac{U_R}{R}$$

$$\cancel{I_0 = I_R + I_2}$$

$$I_0 + I_2 = I_R$$

$U_R = U_{C2}$
всегда

$$I_C = C U_C'$$

$$U_R = \mathcal{E} - U_{C1}$$

$$I_0 = 4 C U_{C1}'$$

$$\mathcal{E} - U_{C1} = U_{C2}$$

$$I_2 = C(\mathcal{E} - U_{C1})' = C U_{C1}' = \frac{I_0}{4}$$

$$I_0 + \frac{I_0}{4} = I_R$$

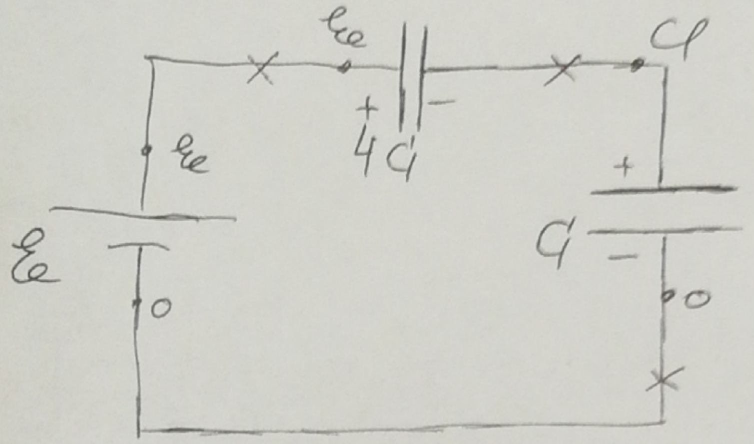
$$I_R = \frac{5}{4} I_0$$

$$\frac{U_R}{R} = \frac{5}{4} I_0$$

$$U_R = \frac{5}{4} I_0 R$$

21201065 (U817171 M1267851)

③ Рассмотрим цепь до замыкания ключа:



метод потенциалов

1) Заметим, что суммарный заряд ~~на ко~~ между конденсаторами равен нулю из ЗСЗ

$(\mathcal{E}-\varphi)\cdot 4C = \varphi C$

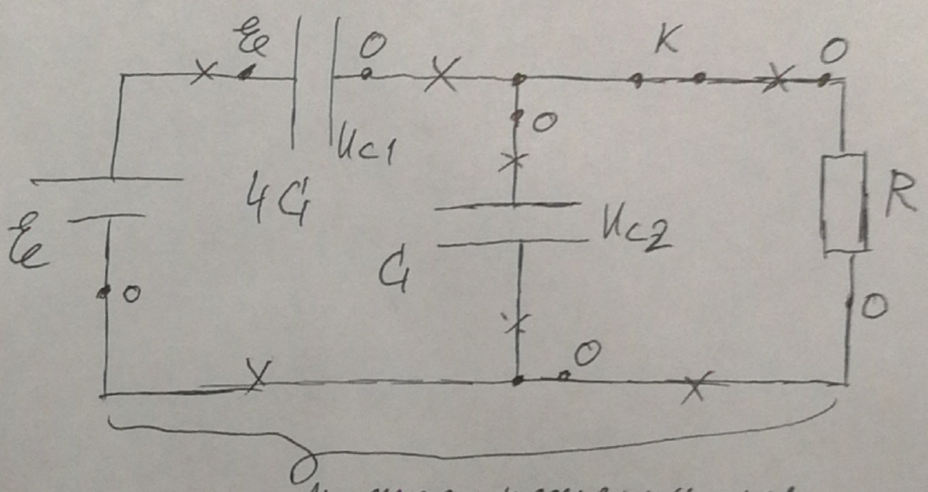
$4\mathcal{E} = 5\varphi$

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

Т.к. напряжение на конденсаторе скачком не меняется, то

$U_R(0) = \varphi = \frac{4}{5}\mathcal{E} \Rightarrow I_R(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$ ①

2) Рассмотрим цепь в уст. режиме после замыкания ключа: т.к. уст. режим, то токов через конденсаторы нет.



метод потенциалов

Тока через резистор нет, следовательно

$U_R(t_{уст}) = 0 \Rightarrow$

$U_{C2} = 0$

Посчитаем энергию конденсаторов в моменты времени 0 и t уст

$W(0) = \frac{4C\mathcal{E}^2}{50} + \frac{C\cdot 16\mathcal{E}^2}{50} = \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2$

21201065 (U817171 M1267831)

$W(t_{уст}) = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} = 2C\mathcal{E}^2$