Часть 1

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

Шифр: **21200734**

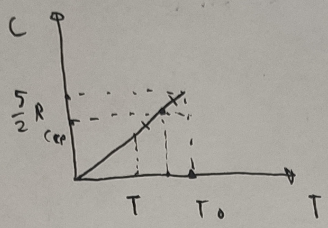
ID профиля: **852164**

Вариант 2

Чистовик
Лист №3

№2)

1) Построим график зависимости $C(T)$



$\Rightarrow$ т.к. теплоемкость изменяется линейно для решения задачи можно взять ее среднее значение

$$C_{ср} = \frac{5}{2}R\frac{(T_0+T')}{2T_0}$$

T' - конечная температура

$$\Rightarrow -Q_1 = C_{ср}\cdot\nu\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\frac{(T_0+T')}{2T_0}\cdot(T'-T_0)$$

$$= \frac{5}{2}\nu R\frac{(\frac{1}{4}T_0^2 - T_0^2)}{2T_0} = -\frac{15}{16}\nu R T_0 \Rightarrow Q_1 = \frac{15}{16}\nu R T_0$$

2) $$Q = A + \Delta U$$

$$Q = C_{ср}\nu\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\frac{(T'^2 - T_0^2)}{2T_0}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T'-T_0)$$

$$\Rightarrow A = \frac{5}{2}\nu R\frac{(T'^2 - T_0^2)}{2T_0} - \frac{3}{2}\nu R(T'-T_0)$$

$$A_{min} \Leftrightarrow A'(T') = 0$$

$$\Rightarrow A'(T') = 0 = \frac{5}{2}\nu R\frac{T'}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R$$

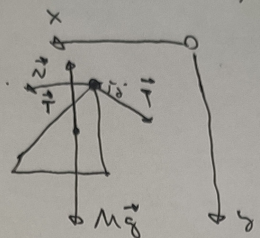
$$\Rightarrow T' = \frac{3}{5}T_0$$

3) $$A_{min} = -\frac{5}{2}\nu R\frac{\frac{16}{25}T_0^2}{2T_0} + \frac{3}{2}\nu R\frac{2}{5} = -\frac{1}{5}\nu R T_0$$

Ответ: 1) $\frac{15}{16}\nu R T_0$ 2) $\frac{3}{5}T_0$ 3) $-\frac{1}{5}\nu R T_0$

Чистовик
Лист №2

3) распишем силы, действующие на клин



$$\begin{cases} y: Mg - N + T\sin\alpha = 0 \\ x: Ma_к = T - T\cos\alpha \end{cases}$$

из соотношения (*) во втором пункте $mg = 3T$

получим:

$$Ma_к = \frac{mg}{3}(1-\cos\alpha)$$

$$a_к = \frac{4}{3}g$$

$$M\frac{4}{3}g = \frac{mg}{3}\frac{1}{5}$$

$$\frac{m}{M} = 20$$

$\cancel{M\frac{2}{25}g = \frac{mg}{3}\frac{1}{5}}$

$\cancel{\Rightarrow 6M = m \Rightarrow \frac{m}{M} = 6}$

4) ~~по оу~~ ~~ускорение $a_{ум} = a_m \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$~~

$3T = mg$

~~a_m из соотношения (**) во 2 пункте~~

$$a_{ум} = g - \frac{3}{5}\frac{T}{m}$$

~~$a_m = a_к \cdot 2\cos\frac{\alpha}{2} \Rightarrow a_{ум} = a_к \cdot 2\cos^2\frac{\alpha}{2}$~~

$$= \frac{4}{5}g$$

~~$= \frac{2}{25}g \cdot 2 \cdot \frac{9}{10} = \frac{6}{25}g$~~

$$\Rightarrow H = \frac{16}{25}g\frac{t^2}{2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{25}{8}\frac{H}{g}} = t$$

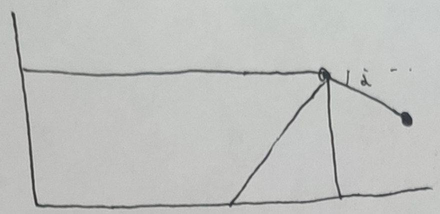
Ответ: 1) $\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{3}{\sqrt{10}}$ 2) $\frac{4}{3}g = 13{,}3\ м/с^2$

3) $\frac{m}{M} = 20$ 4) $t = \sqrt{\frac{25}{8}\frac{H}{g}} = 5\sqrt{\frac{H}{8g}}$

Чистовик
Лист № 1

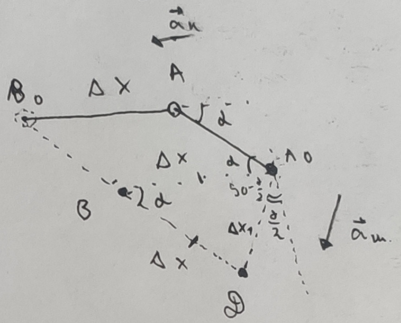
№ 1)

1)



Нарисуем смещение шарика и блока через малое время t

Рис. 1)

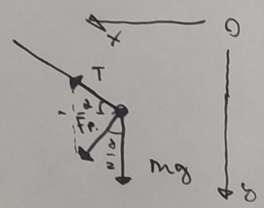


BA_0 - линия $\parallel B_0A$, т.к. нить в $\forall$ момент времени t находится под углом α к горизонту, $B_0A = BA_0 = \Delta x$, но тогда $BD = \Delta x \Rightarrow BDA_0$ - равнобедренный $\Rightarrow \angle BA_0D = 90 - \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \angle$ между ускорением шарика и вертикалью равен $\frac{\alpha}{2}$

$$\cos\alpha = \cos^2\frac{\alpha}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2} = 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1$$

$$= \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \cos\frac{\alpha}{2} = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

2) Распишем силы, действующие на шарик. (m - масса шара)



Распишем ускорения по $0y$ и по $0x$

$$ma_x = \frac{4}{5}T$$

$$ma_y = mg - \frac{3}{5}T$$

$$\frac{m \cdot a_x}{m \cdot a_y} = tg\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{4}{5}T}{mg - \frac{3}{5}T} = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\frac{12}{5}T = mg - \frac{3}{5}T \Rightarrow mg = 3T \ (*)$$

Из ~~рис~~ рис. 1 найдем связь $\vec{a}_н$ и $\vec{a}_ш$

$$\frac{a_н}{a_ш} = \frac{\Delta x}{\Delta x_1}; \ \Delta x_1 = \Delta x \cdot 2\sin\frac{\alpha}{2} \Rightarrow \frac{a_н}{a_ш} = \frac{1}{2\sin\frac{\alpha}{2}} \ (**)$$

для шара:

$$x: ma_ш\cos(90-\frac{\alpha}{2}) = \frac{4}{15}mg \Rightarrow a_ш = \frac{4}{15}\cdot\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}$$

$$\Rightarrow a_н = \frac{\frac{4}{15}g\sin\frac{\alpha}{2}}{2\sin^2\frac{\alpha}{2}} = \frac{4}{3}g \ldots = \frac{4}{\ldots 3}g = 13{,}3 \ м/с^2$$

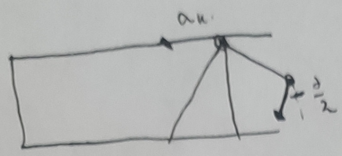
21200734 (U852164 M1270000)

[redacted]

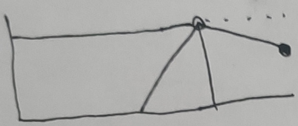
Черновик.

Черновик

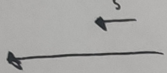
2)



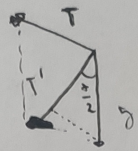
$T\sqrt{\frac{2}{5}}\cdot\cos\frac{\alpha}{2}$



$\frac{T}{5}$



$\frac{2T^2}{5}=$

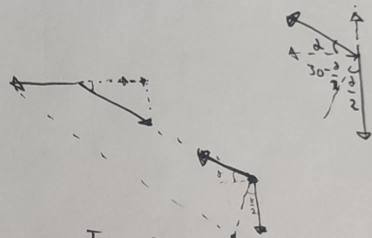


$T\sqrt{\frac{2}{5}\cdot\frac{3}{10}}$

$T=$

ан. $\sin\alpha=$

$T\sqrt{\frac{2}{5}}$

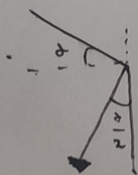


$T\sqrt{\frac{2}{5}\cdot\frac{1}{10}}$

$90-\frac{\alpha}{2}$

$\frac{T}{5}$

$T - T\cos\alpha$



$T(1-\cos\alpha)$

$\left(\frac{4}{5}T - mg\right)^2 + \left(\frac{3}{5}T\right)^2$

$\frac{mg - \frac{3}{5}T}{\frac{4}{5}T} = \frac{1}{3}$

$3mg = \frac{9}{5}T + \frac{4}{5}T$

$\frac{13}{5}T = \frac{13}{15}T = mg$

$g = \frac{13}{15}T$

Черновик

[redacted]

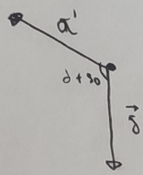
$\frac{3}{2} = \frac{5}{2}T'$

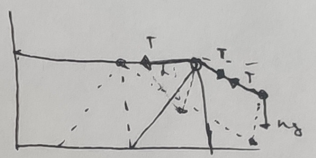
$T' = \frac{3}{5}T_0$

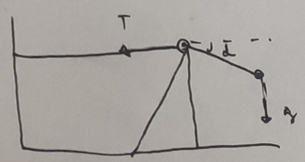
$A_{min} = -\frac{5}{4}\nu R\left(\frac{16}{25}T_0\right) + \frac{3}{2}\nu R\frac{2}{5}T_0$

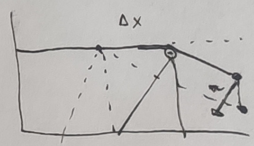
$-\frac{4}{5}\nu R T_0 + \frac{3}{5}\nu R T_0 = \frac{1}{5}\nu R T_0$

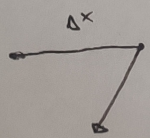
№ 1









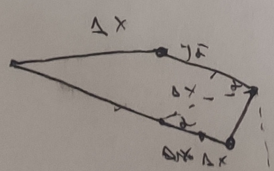


$50 - \frac{\alpha}{2}$

$2T^2 - 2T^2\frac{4}{5}$

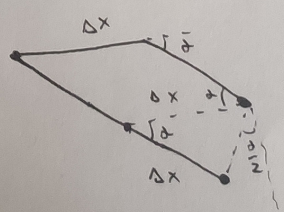
$= \frac{2T^2}{5} = T\sqrt{\frac{2}{5}}$

$T\sqrt{\frac{2}{5}}\cdot\sin\frac{\alpha}{2}$



$50 - \frac{\alpha}{2}$

$\frac{\alpha}{2}$



$1 - \frac{\alpha}{2}$

Черновик.

$\frac{\frac{4}{75}g}{\frac{3}{10}} = \frac{2\cdot 2 g}{3\cdot 5} = \frac{4}{3}g$

$\frac{4}{5}g \cdot \frac{1}{5\cdot 10} \cdot \frac{3}{5\cdot 10} = \frac{12}{5\cdot 10}g$

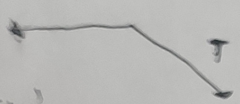
1)

$\frac{2}{5}g$ ·

$\frac{4}{5}$ $\frac{4}{75} \cdot \frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$

$a_m = \frac{4}{5} g \sin\frac{\alpha}{2} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$

$\frac{4}{5}g$



$g\sin\frac{\alpha}{2}$

$Ma_M = \frac{T}{5}$

$= \frac{2g}{5} \cdot \sin\alpha$

$= \frac{6}{25}g$

$\frac{mg}{75} = Ma_M$

$\frac{2}{5} g\, 2 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$

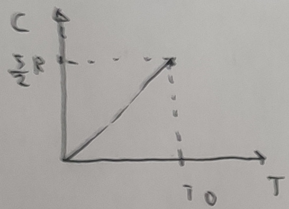
$\frac{mg}{75} = \frac{2}{75} Mg$

2)

$= \frac{2}{5}g \cdot \frac{3}{5} = \frac{6}{25}g$

$\frac{m}{M} = 2$

1)



$Q = \nu C \Delta T$

$\frac{4}{5} g \sin\frac{\alpha}{2}$

$C = C_{cp} = \frac{\frac{5}{2}R \cdot (T_0 + \frac{1}{2}T_0)}{2T_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{2}R$

$= \frac{15}{8}R$

$\frac{2}{5}g \cdot 2 \cdot \frac{3}{10} = \frac{6}{25}g$

$\Rightarrow Q = \nu$

$= \nu R \cdot \frac{15}{8} \cdot \frac{1}{2}T_0 = \frac{15}{16}\nu R T_0$

$\frac{4}{75}$ $g - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$

$\frac{4}{5} g \sin\frac{\alpha}{2} \cos\frac{\alpha}{2}$ $\frac{6}{25}g$

2)

$A + \Delta U = Q$

$\frac{4}{75}mg$.

$A + \frac{3}{2}\nu R(T_1' - T_0') = \nu \cdot \frac{5}{2} R \frac{(T_0 + T')}{2T_0} \cdot (T' - T_0)$

$mg - \frac{1}{5}mg = \frac{4}{5}mg$

$mg \; \frac{1}{5}mg$.

$A = \frac{5}{4}\nu R \frac{(T'^2 - T_0^2)}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R(T' - T_0)$

$A'(T') = 0 = \frac{5}{4}\nu R \cdot 2T' - \frac{3}{2}\nu R T_0$

Часть 2

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

Шифр: **21200734**

ID профиля: **852164**

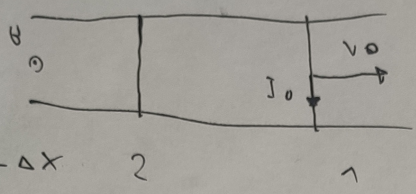
Вариант 2

Черновик.

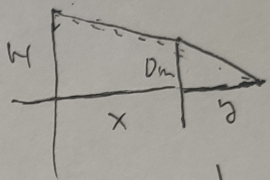
4)

$L,\ m_1 = m,\ R_1 = R$

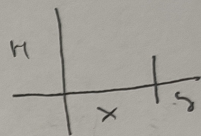
$m_2 = \frac{m}{2};\ R_2 = 4R$



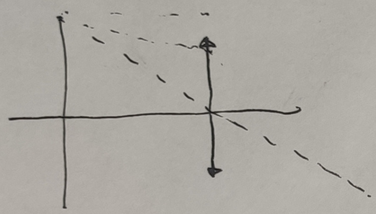
$q \cdot 10R = BL\Delta x$

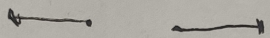


1) $\varepsilon_i = BLV_0$



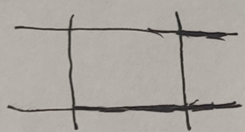
$\frac{\varepsilon_i}{5R} = \frac{BLV_0}{5R} \Rightarrow F_{A2} = \frac{B^2L^2V_0}{5R}$





$\Rightarrow a_2 = \frac{2B^2L^2V_0}{5mR}$

m

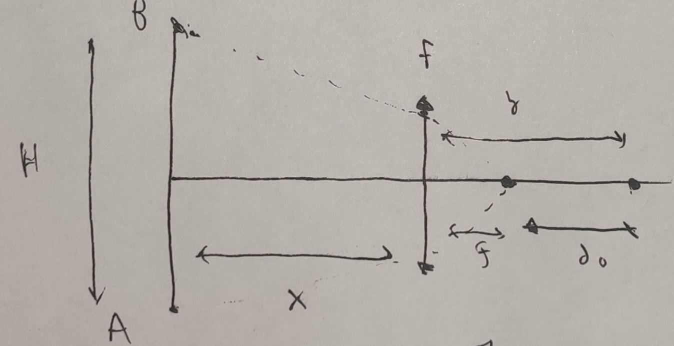


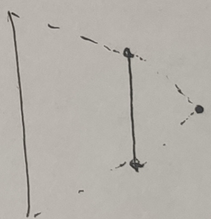
2)

$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{m}{2}\frac{u^2}{2} + \frac{mv'^2}{2}$

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

5)



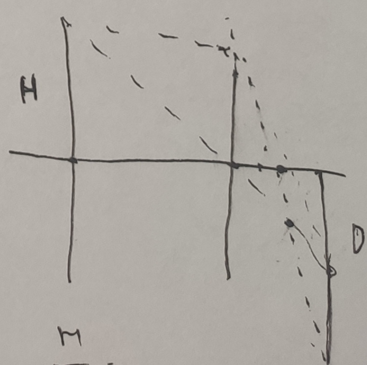


2)

$\cancel{\frac{\frac{m}{2}\cdot 0 + mV_0}{\frac{3}{2}m}}$

1) $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$

$y = \frac{fx}{x-f}$.



$\frac{\frac{m}{2}\cdot 0 + mL}{\frac{3}{2}m} = m$

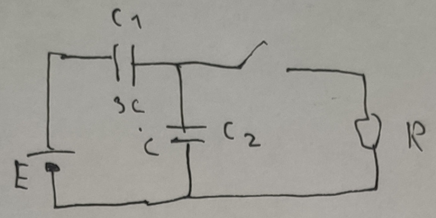
$y = d_0 + \frac{fx}{x-F}$

$\frac{H}{D} =$

21200734 (U852164 M1270001)

чернови

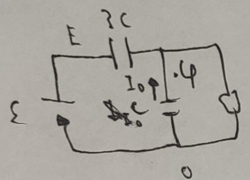
3)

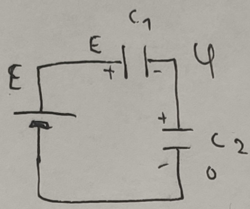


1) до замык.

$x^2 - 350Rx + 350RE$

$5 - 12$





$x^2 + 350Rx - 350RE = 0$

$$\frac{-350R + \sqrt{5I_0^2R^2 + 12I_0RE}}{2}$$

3С3:

$-C_1(E-\varphi) + C_2\varphi = 0$

$C_1E = (C_1+C_2)\varphi$

$\cancel{3C(E-\varphi)+}$

$\frac{I_0}{C} = \frac{u_2}{\Delta t}$

$I_0 + I_{3C} = C\dot{u}_1 + 3C\dot{u}_2$

$\varphi = \frac{C_1E}{C_1+C_2} = \frac{3}{4}E$

3C

$\Rightarrow q_1 = \frac{3}{4}CE = q_2$

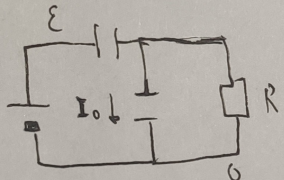
$I_0 = C\frac{\Delta u_2}{\Delta t}$

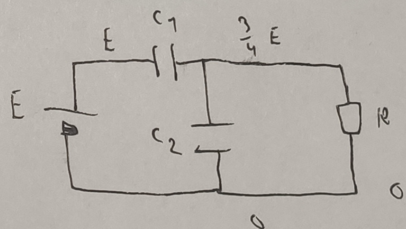
$I_{3C} = \frac{3C\,\Delta u_1}{\Delta t}$

$3C(E-\dot{\varphi}) = C\dot{\varphi} + \frac{\varphi}{R}$

$\dot{u}_2 = \frac{I_0}{C}$

3)



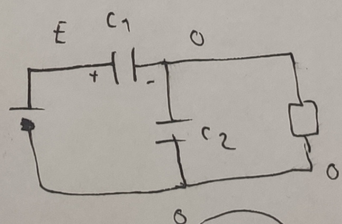


$I_0 = \frac{3}{4}\frac{E}{R}$

$I_0 = C\dot{u}$

2)

$\varepsilon_{i1} = -\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}$



$q_1R + q_2 4R$

$- t_{3C0}.$ $= C\,B(L'-L_0) + B(x'-x_0)$

$100R$

$= \cancel{\Delta x}\ B(x-x_0)$

$B L \Delta x$

$\varepsilon_{i2} = -\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}$

$\varepsilon_{i1} + \varepsilon_{i2} =$ $\frac{3}{4}C\varepsilon^2 + \frac{3}{8}C\varepsilon^2$ $\frac{6}{8}$ $\frac{9}{8}C\varepsilon^2$ $C_1E = 3CE$

$E(3CE - \frac{3}{4}CE) = Q + \frac{3CE^2}{2} - \frac{3C}{2}\frac{9}{16}E^2 - \frac{C}{2}\frac{9}{16}E^2$

ε_i

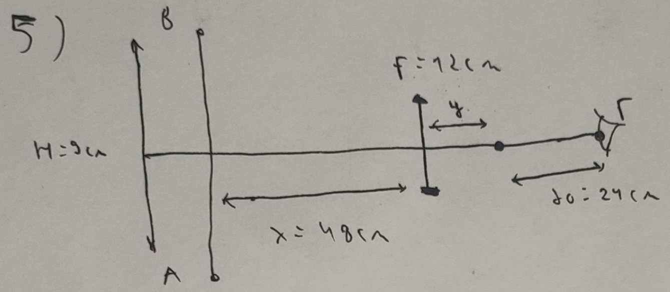
$iR\cdot\Delta t$ $\frac{9}{4}C\varepsilon^2 - \frac{3}{2}C\varepsilon^2 + \frac{12}{32}C\varepsilon^2 =$

$+ i\,4R\cdot\Delta t = \Delta\Phi_1 + \Delta\Phi_2$

[redacted]

Чистовик
лист №4

5)



1) Найдём изображение, которое даёт линза (его местоположение, т.е. y)

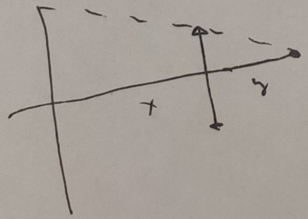
$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{F}$$

$\Rightarrow y = \frac{Fx}{x-F}$ => т.к. глаз настроен на расстояние d_0, то изображение для него должно находиться на расстоянии d_0 => ρ от глаза до линзы

$$= \frac{Fx}{x-F} + d_0 = \frac{12 \cdot 48}{36} + 24$$

$= 40$ см

2) $\frac{H}{D_m} = \frac{x+y}{x}$ $y = 16$ см, 48 см $= x$



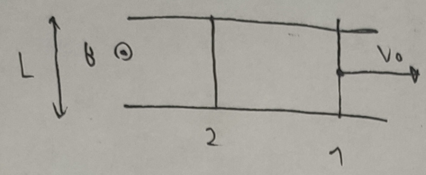
$\Rightarrow D_m = \frac{xH}{x+y} = \frac{9 \cdot 48}{64} = \frac{27}{4}$ см

$\approx 6{,}75$ см

Ответ: 1) – 40см
2) – 6,75 см
3) – —

Чистовик
лист №3

4)



$m_1 = m,\ R_1 = R$

$m_2 = \frac{m}{2},\ R_2 = 4R$

1) В начальный момент времени только перемычка 1 будет создавать ЭДС индукции

$$|\varepsilon_{i1}| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S \cos\alpha}{\Delta t} = \frac{BL \cdot x}{\Delta t} = BLV_0$$

~~По правилу~~ на перемычку 1 будет действовать сила Ампера, ~~против~~ направленная в противоположном направлении от скорости V_0.

$$\Rightarrow F_A = BIL;\quad I = \frac{\varepsilon_i}{R_{об}} = \frac{BLV_0}{5R}$$

$$\Rightarrow F_{A_1} = \frac{B^2L^2V_0}{5R}$$

Т.к. ток в обеих перемычках одинаковый $\Rightarrow F_{A_1} = F_{A2}$

$$F_{A_1} = F_{A2} = \frac{m}{2} a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{2F_{A_1}}{m} = \frac{2B^2L^2V_0}{5Rm}$$

2) После того, как перемычке 1 сообщать скорость V_0 через большой промежуток времени вся энергия магнитного поля перейдет в тепло $\Rightarrow$ тока не будет $\Rightarrow$ относительная скорость перемычек будет равной нулю

$\Rightarrow$ Пишем ЗСЭ (для мех. Е):

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{m}{4}u^2 + \frac{mu^2}{2}$$

$$\Rightarrow u^2 = \frac{2V_0^2}{3}$$

$$\Rightarrow u = V_0\sqrt{\frac{2}{3}}$$

3) $\varepsilon_{i_1} = -\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$; $\Delta t \to 0$

$\varepsilon_{i_1} \Delta t = -\Delta \Phi_1$; $\varepsilon_{i2} \cdot \Delta t = -\Delta \Phi_2$

Ответ: 1) $-\frac{2B^2L^2V_0}{5Rm}$

2) $-\ V_0\sqrt{\frac{2}{3}}$

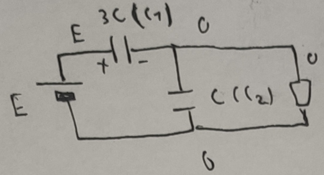
3) $-$ —

21200734 (U852164 M1270001)

Чистовик
Лист №2

3)

2) Рассмотрим установившийся режим



В установившемся режиме тока не будет => $U_R = 0$

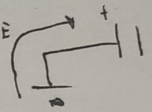
$\Rightarrow q_1' = 3CE$

$W_k = \dfrac{3CE^2}{2}$

Рассмотрим переходный процесс
протекший заряд

протекло $+\frac{9}{4}CE$

было $+\frac{3}{4}CE$
стало: $+3CE$



ЗСЭ: $+E\cdot\Delta q = \Delta W + Q$

$\Delta q = q_1' - q_1 = 3CE - \frac{3}{4}CE = \frac{9}{4}CE$

$\Delta W = W_k - W_0$

$E\cdot\frac{9}{4}CE = \frac{3}{2}CE^2 - \frac{12}{32}CE^2 + Q$

$\frac{9}{4}CE^2 - \frac{3}{2}CE^2 + \frac{3}{8}CE^2 = Q$

$\frac{18}{8}CE^2 - \frac{12}{8}CE^2 + \frac{3}{8}CE^2 = \frac{9}{8}CE^2$

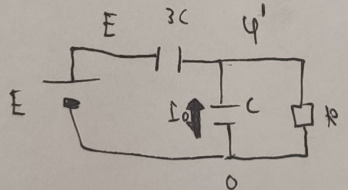
Общий ответ:

1) $I_R = \frac{3}{4}\frac{E}{R}$

2) $Q = \frac{9}{8}CE^2$

3) $\varphi' = U_R = \dfrac{3I_0R \pm \sqrt{9I_0^2R^2 - 12I_0RE}}{2}$

3)



$\varphi' = U_R$

$\Delta t \to 0$

$I_0\cdot\Delta t = -C\varphi'$ (1)

$I_{3C}\cdot\Delta t = 3C(E - \varphi')$ (2)

$I_{3C} = \dfrac{\varphi'}{R}$ по закону Ома

разделим (1) на (2) => $\dfrac{I_0R}{\varphi'} = \dfrac{-\varphi'}{3E - 3\varphi'} \Rightarrow 3I_0RE - 3I_0R\varphi' = -\varphi'^2$

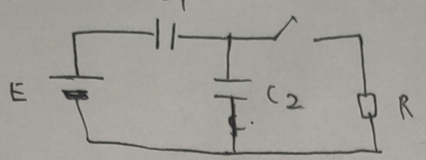
$\varphi' = \dfrac{+3I_0R \pm \sqrt{9I_0^2R^2 - 12I_0RE}}{2}$

~~φ'=0 — не подходит т.к. заряд все время идет с (C2)~~

Чистовик

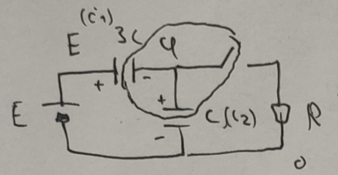
Лист №1

3)



$C_1 = 3C, \; C_2 = C$

1) до замыкания



— Метод узловых потенциалов

$$W_0 = \frac{3C}{2}\frac{E^2}{16} + \frac{C}{2}\frac{9E^2}{16} = \frac{12}{32}CE^2$$ —(*)

для обведенной зоны работает закон сохр. заряда:

ЗСЗ:

$$-3C(E-\varphi) + C\varphi = 0$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{3}{4}E$$

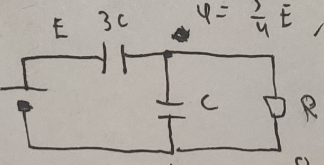
$$\Rightarrow q_{1_0} = q_{2_0} = \frac{3}{4}CE$$

$$U_{10} = \frac{1}{4}E$$

$$U_{20} = \frac{3}{4}E$$

сразу после замыкания.

$U_1' = U_{10}$
$U_2' = U_{20}$ } т.к. напряжение скачком не изменится



$\varphi = \frac{3}{4}E$, метод узловых потенциалов

$\Rightarrow$ Ток через резистор по закону Ома

$$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{\frac{3}{4}E - 0}{R} = \frac{3}{4}\frac{E}{R}$$