Часть 1

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

Шифр: **21202968**

ID профиля: **812665**

Вариант 2

Чистовик В 11-02

№2

1) По определению $C = \frac{\delta Q}{\nu dT}$, где C – молярная теплоёмкость, δQ – малое кол-во теплоты, подведенное газу, dT – малое изменение температуры газа $\Rightarrow \delta Q = C(T) \cdot \nu \cdot dT = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \cdot \nu \cdot dT$ (*)

Просуммируем все (*) от момента, когда у газа температура T_0 до момента, когда температура у газа $\frac{T_0}{2}$

$$\Rightarrow -Q_1 = \frac{5}{2} R \frac{\nu}{T_0} \left(\sum T \cdot dT \right) = \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \left(\frac{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) = \frac{5}{2} \frac{R \cdot \nu}{T_0} \left(\frac{T_0^2}{8} - \frac{T_0^2}{2} \right) =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \left(-\frac{3T_0^2}{8} \right) = -\frac{15}{16} \cdot R\nu T_0 \Rightarrow Q_1 = \frac{15}{16} R\nu T_0$$

2) I начало термодинамики: $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow A = Q - \Delta U$

∃ T_2 – температура, при охлаждении до которой газ совершит миним. работу

$$\delta Q = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \cdot \nu \cdot dT \Rightarrow Q = \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \left(\frac{T_2^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right)$$

$dU = \frac{3}{2} \nu R dT$ (гелий одноатомный) $\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_0)$

$$\Rightarrow A = \frac{5}{2} \frac{R\nu}{T_0} \left(\frac{T_2^2 - T_0^2}{2} \right) - \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_0) = \frac{\nu R}{2} \left(\frac{5}{T_0} \left(\frac{T_2^2 - T_0^2}{2} \right) - 3(T_2 - T_0) \right) =$$

$$= \frac{\nu R}{2} \left(\frac{5T_2^2 - 5T_0^2}{2T_0} - 3T_2 + 3T_0 \right) = \frac{\nu R}{2} \left(\frac{5T_2^2 - 5T_0^2 - 6T_0T_2 + 6T_0^2}{2T_0} \right) = \frac{\nu R}{4T_0} \left(5T_2^2 - 6T_0T_2 + T_0^2 \right)$$

$\not{\exists}$ $5T_2 - 6T_0T_2 + T_0^2$ – парабола с ветвями вверх $\Rightarrow A_{мин}$ будет при $T_2 = -\frac{b}{2a} = \frac{6T_0}{10} = \frac{3T_0}{5} \Rightarrow T_2 = \frac{3}{5} T_0$

3) $$A_{мин} = \frac{\nu R}{4T_0} \left(5 \left(\frac{3}{5} T_0 \right)^2 - 6T_0 \cdot \frac{3}{5} T_0 + T_0^2 \right) = \frac{\nu R}{4T_0} \left(\frac{9}{5} T_0^2 - \frac{18}{5} T_0^2 + T_0^2 \right) =$$

$$= \frac{\nu R}{4T_0} \left(-\frac{4}{5} T_0^2 \right) = -\frac{\nu R T_0}{5}$$

Ответ: 1) $Q = \frac{15}{16} R\nu T_0$

2) $T_2 = \frac{3}{5} T_0$

3) $A_{мин} = -\frac{\nu R T_0}{5}$

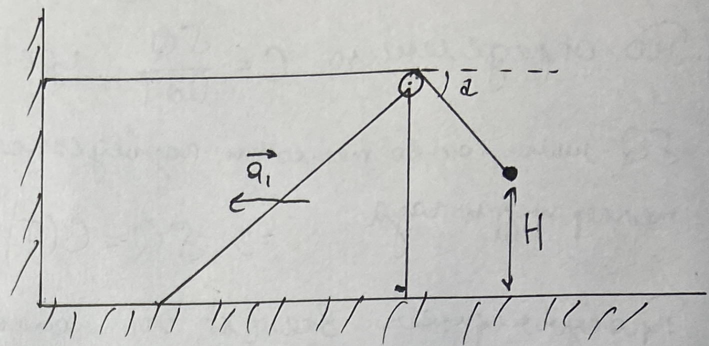
1

21202968 (U812665 M1263619)

Чистовик В 11-02

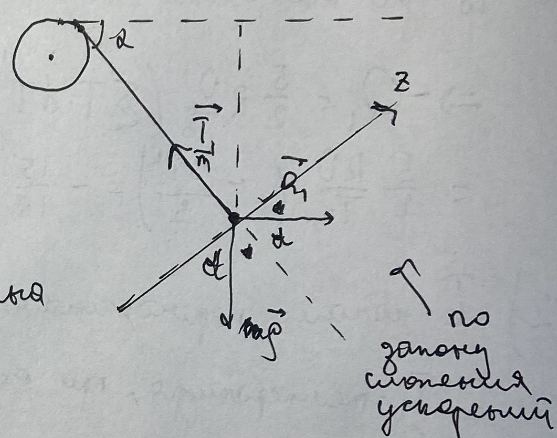
№1

I во время движения системы ускорение клина равно $\vec{a}_1$. Перейдём в СО, связанную с клином.



Т.к. угол между нитью и горизонтом не меняется, то можно считать, что шар движется вдоль линии (в СО клина) => ускорение шара в проекции на ось, ⊥ нити равно нулю: $\cancel{m}g\cos\alpha = a_1\sin\alpha$

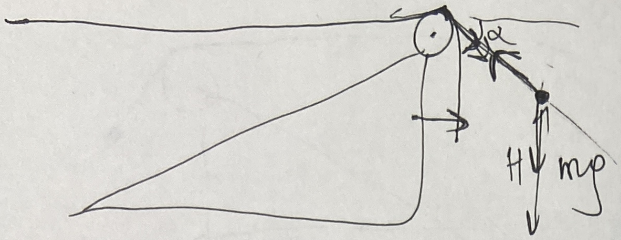
$\Rightarrow a_1 = ctg\,\alpha\cdot g = \frac{4}{3}g$ - ускорение клина



Ответ: 2) $a_1 = \frac{4}{3}g$

2

Черновик



$\delta Q = dU + \delta A =$

$\frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \cdot \upsilon_0 \, dT = \frac{3}{2} \upsilon_0 R \cdot dT + \delta A$

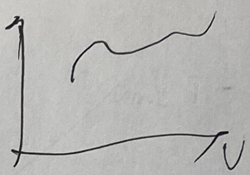
$\frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \cdot \upsilon_0 \left(\frac{1}{2} T_0 - T_0 \right) = Q$

$\delta Q = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \cdot \upsilon \cdot dT$

$\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} R \upsilon_0 \cdot -\frac{1}{2} T_0 = Q$

$\delta Q = \frac{5}{2} \frac{R}{T_0} \upsilon (T \cdot dT)$

$-\frac{5}{4} T \cdot R \upsilon_0 = Q$



$Q_1 = \frac{5}{2} \frac{R\upsilon}{T_0} \left(\frac{T_2^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right)$

$\frac{T_0^2}{8}$

$U = \frac{3}{2} \upsilon R \cdot$

$\frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \upsilon \cdot dT = \frac{3}{2} \upsilon_0 R \, dT + \delta A$

$\delta Q = dU + \delta A$

$\frac{\upsilon R \, dT}{2} \left(\frac{5T}{T_0} - 3 \right) = \delta A$

$\delta A = (\delta Q - dU)' = 0$

$Q = \Sigma \delta Q = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \upsilon \cdot dT$

$A = (Q - U)' = 0$

$\frac{5}{2} \frac{R\upsilon}{T_0} (T \cdot dT) =$

$\frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \upsilon_0 - \frac{3}{2} \upsilon_0 R = 0$

$\left(\frac{5}{2} R \cdot \frac{T}{T_0} \upsilon_0 \, dT - \frac{3}{2} \upsilon_0 R \, dT \right)' = 0$

$= \frac{5}{2}$

$\frac{5T}{T_0} - 3 = 0$

$\frac{5}{2} \frac{R}{T_0} \upsilon \left(\frac{T_3^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) - \frac{3}{2} \upsilon_0 R \cdot (T_3 - T_0) = 0$

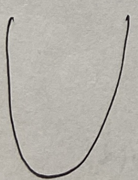
$5T = 3T_0$

$T = \frac{3}{5} T_0$

$\frac{5}{2} \frac{R}{T_0} \upsilon$

$A = (Q - U)'$

$A(T_2) = \frac{5}{2} \frac{R\upsilon}{T_0} \left(\frac{T_2^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) - \frac{3}{2} \upsilon R (T_2 - T_0)$



$\frac{\upsilon R}{2} \left(\frac{5}{T_0} \left(\frac{T_2^2 - T_0^2}{2} \right) - 3 \upsilon R (T_2 - T_0) \right)$

$\frac{\upsilon R}{2} \left(\frac{5(T_2^2 - T_0^2)}{2T_0} - 3(T_2 - T_0) \right)$

$\frac{+6T_0}{10}$

$\frac{\upsilon R}{2} \left(\frac{5T_2^2 - 5T_0^2 - 6T_2T_0 + 6T_0^2}{2T_0} \right)$

$5 \cdot \frac{9}{25}$

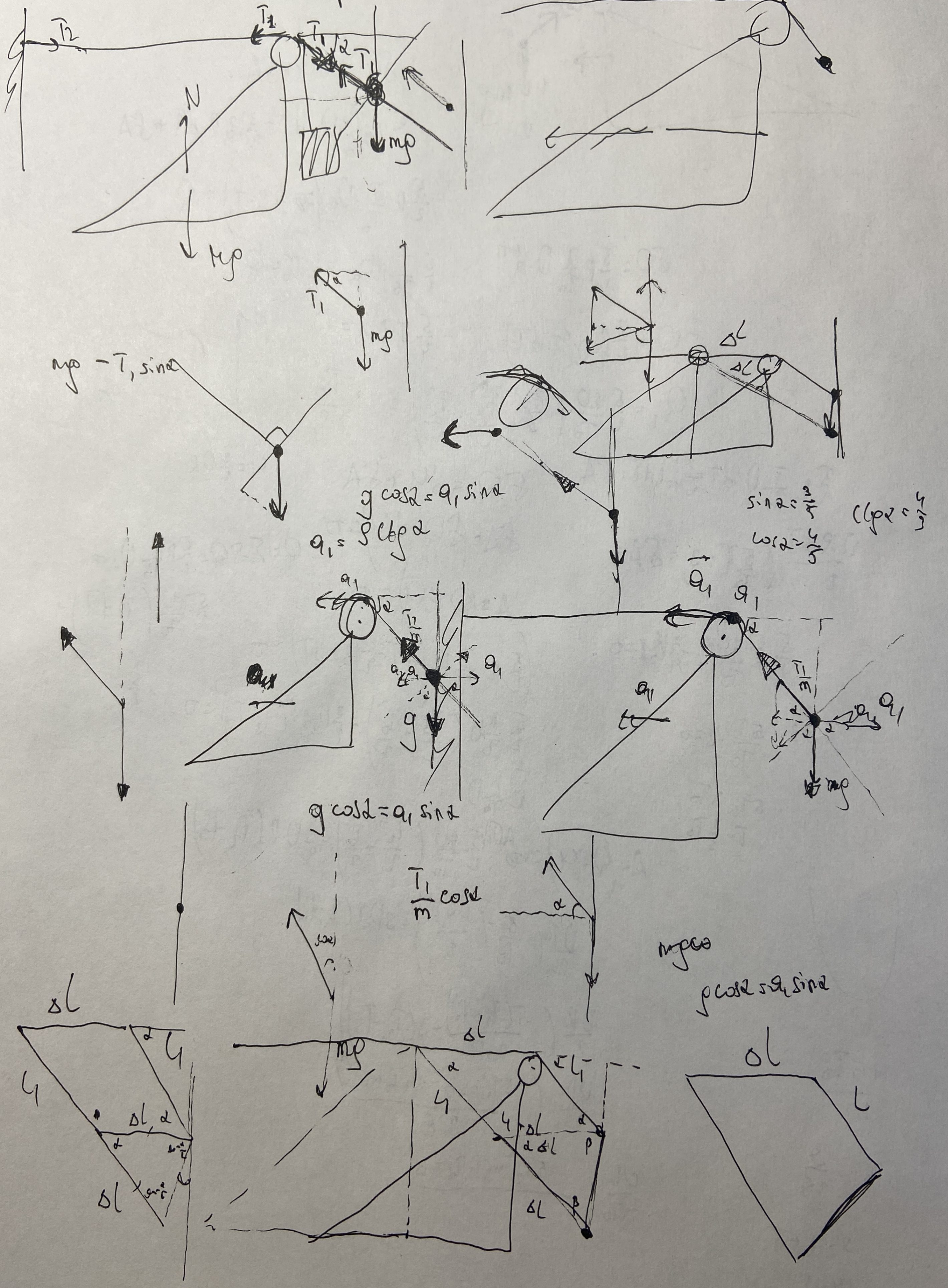
$\frac{\upsilon R}{4T_0} \quad \frac{5T_2^2 + 6T_2T_0 + T_0^2}{}$

$9 - 18 + 5$

$14 - 18$

21202968 (U812665 M1263619)

Черновик



$mg - T_1 \sin\alpha$

$g\cos\alpha = a_1 \sin\alpha$

$a_1 = g\,\mathrm{ctg}\,\alpha$

$\sin\alpha = \frac{3}{5}$ $\quad \mathrm{ctg}\,\alpha = \frac{4}{3}$

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$g\cos\alpha = a_1 \sin\alpha$

$\frac{T_1}{m}\cos\alpha$

$mg\cos$

$g\cos\alpha = a_1 \sin\alpha$

Часть 2

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

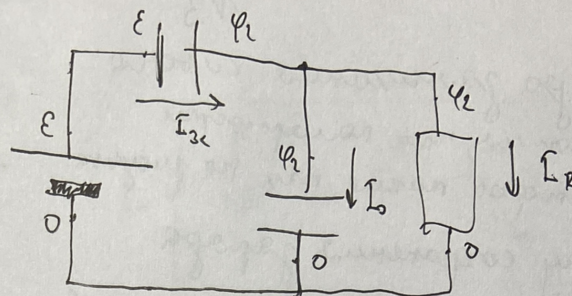
Шифр: **21202968**

ID профиля: **812665**

Вариант 2

3) Х цепь, когда через конденсатор $C_2 = C$ течет ток I_0

Чистовик



~~По условию~~ $q_C = C \cdot U_C \Rightarrow$

$\Rightarrow I_C = q_C' = C \cdot U_C' = I_0$

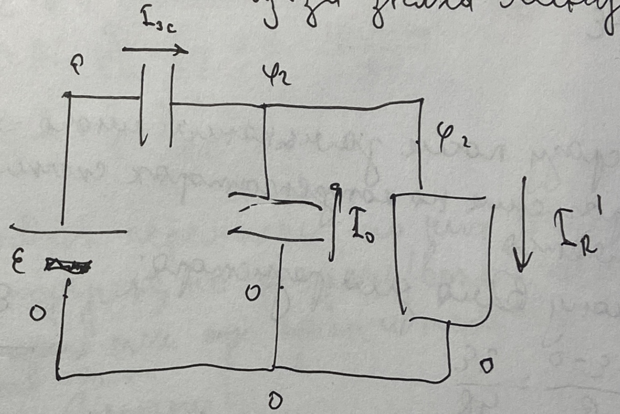
$\Rightarrow C(\varphi_2 - 0)' = I_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi_2' = \frac{I_0}{C}$

Аналогично для конден. C_1:

$I_{3C} = {}^{+}3C(\mathcal{E} - \varphi_2)' \Rightarrow +\frac{I_{3C}}{3C} = -\varphi_2' \Rightarrow \varphi_2' = \frac{-I_{3C}}{3C} \Rightarrow$ I_0 течет в другую сторону из-за знака минус.

$\Rightarrow \frac{I_0}{C} = \frac{I_{3C}}{3C} \Rightarrow I_{3C} = 3I_0$



$\Rightarrow$ по закону сохранения заряда:

$I_{3C} = I_0 + I_R' \Rightarrow$

$\Rightarrow I_R' = 3I_0 - I_0 = 2I_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow U_R' = 2I_0 R$

Ответ: $I_R = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}$

$Q = \frac{9}{4}C\mathcal{E}^2$

$U_R' = 2I_0 R$

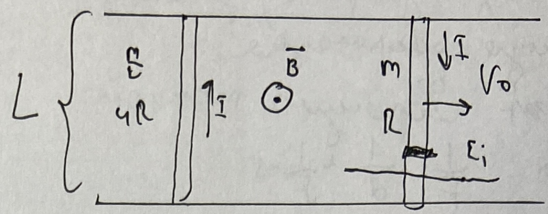
2

21202968 (U812665 M1263620)

Чистовик

№4

1) Из-за движения перемычки 1 в магнитном поле, возникает явление э/м индукции, т.е в перемычке появится ЭДС равное $\mathcal{E}_i = BV_0L$, где L – длина перемычки



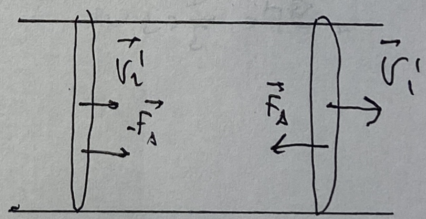
По закону Ома $I = \frac{\mathcal{E}_i}{4R+R} = \frac{\mathcal{E}_i}{5R}$ (т.к R и 4R последовательны)

Из-за тока в перемычке 2 в магнитном поле будет действовать сила Ампера $F_A = BL \cdot I = BL \cdot \frac{\mathcal{E}_i}{5R} = \frac{BL}{5R} \cdot BV_0L = \frac{(BL)^2 \cdot V_0}{5R}$

$\Rightarrow$ по II з. Н. $a_2 = \frac{F_A}{\frac{m}{2}} = \frac{(BL)^2 \cdot V_0 \cdot 2}{5R \cdot m} = \frac{2}{5} \frac{(BL)^2 \cdot V_0}{mR}$

2) В процессе движения обеих перемычек, на них будет действовать F_A, одинаковая по модулю, но противоположная по направлению (т.к ~~одна~~ ток ~~од~~ один и тот же через перемычки в любой момент времени но по разные стороны),

$\mathcal{E}_i = BV_1'L - BV_2'L = BL(V_1' - V_1') \Rightarrow$



$\Rightarrow I = \frac{BL(V_2' - V_1')}{5R}$

$\Rightarrow F_A = B \frac{BL(V_2' - V_1')}{5R} \cdot L = m \cdot a_1 = \frac{m}{2} \cdot a_2$,

где a_1 и a_2 ускорения перемычек т.к сила в разные стороны ✓ просуммируем

По определению $a = \frac{dV}{dt} \Rightarrow -m \cdot \frac{dV_1}{dt} = \frac{m}{2} \cdot \frac{dV_2}{dt} \Rightarrow -2dV_1 = dV_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \cancel{-2(V_3 - V_0) = (V_3)} \Rightarrow -2(V_3 - V_0) = (V_3 - 0) : 3V_3 = V_0 \Rightarrow V_3 = \frac{V_0}{3}$

3) Ранее мы показали, что $F_A = \frac{B^2L(V_2' - V_1')}{5R} \cdot L$, но $V_2' - V_1'$ – ~~относ~~ скорость одной перемычки относит. другой $\Rightarrow V_2' - V_1' = \frac{dS_{отн}}{dt}$

$\Rightarrow F_A = m \cdot a_1 = \frac{B^2L^2}{5R} \cdot \frac{dS_{отн}}{dt} \Rightarrow -m \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{B^2L^2}{5R} \cdot \frac{dS_{отн}}{dt} \Rightarrow -m \cdot dV = \frac{B^2L^2}{5R} \cdot dS_{отн} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ просуммируем $\Rightarrow -m(V_3 - V_0) = \frac{B^2L^2}{5R} \cdot S_{отн} \Rightarrow$

$\Rightarrow -m\left(\frac{V_0}{3} - V_0\right) = \frac{B^2L^2}{5R} S_{отн} \Rightarrow \frac{2}{3} V_0 = \frac{B^2L^2}{5R} \cdot S_{отн} \Rightarrow S_{отн} = \frac{10RV_0 \cdot}{B^2L^2} = \Delta S$

3

21202968 (U812665 M1263620)

Чистовик

Ответ: $Q_2 = \frac{2}{5} \frac{(BL)^2}{mR} \cdot V_0$

$V_3 = \frac{V_0}{3}$

$\Delta S = \frac{10R \cdot V_0}{B^2 L^2}$

4

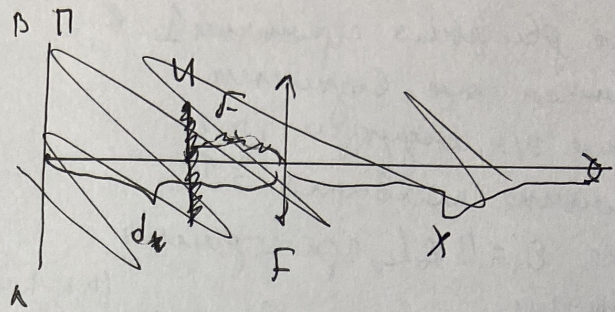
21202968 (U812665 M1263620)

Чистовик №5

1) Т.к. ~~[illegible]~~ изобр. (И) действ. ⇒

⇒ линза собирающая

~~[illegible]~~ Формула тонкой линзы. $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$ ⇒

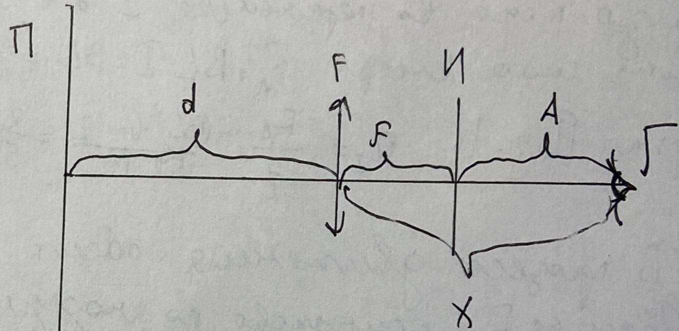


⇒ $\frac{1}{f_1}=\frac{d-F}{dF}=\frac{48-12}{48\cdot12}$ ⇒ $f_1=16$ см

~~[illegible]~~ $A=x-f_1$ (~~[illegible]~~)

⇒ ~~$x=A-f_1=$ [illegible]~~

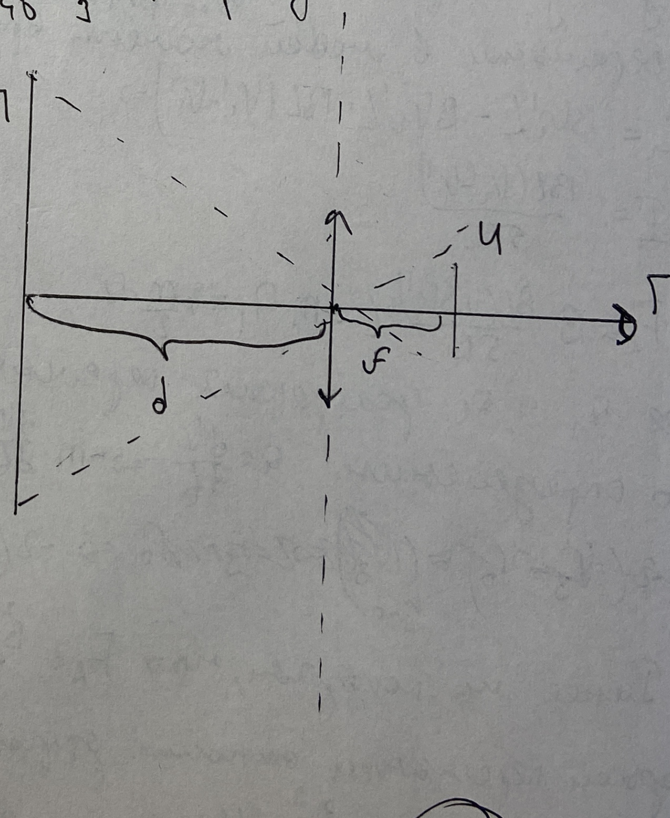
⇒ $x=f+A=16+24$ см $=40$ см



2) Из подобия следует, что $\Gamma'=\frac{f}{d}=\frac{16}{48}=\frac{1}{3}$ – попереч. увелич.

⇒ размер И $=$ ~~[illegible]~~

$= 9\Gamma = \frac{9}{3} = 3$ см



5

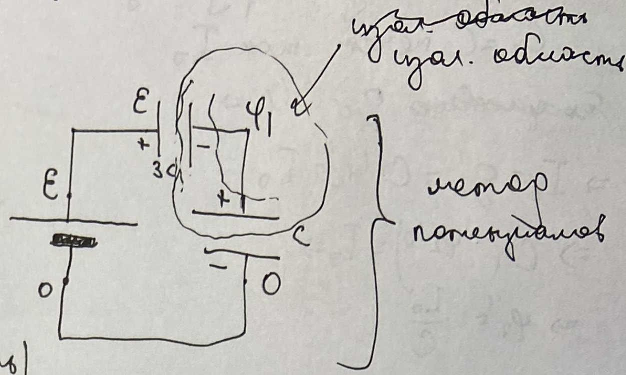
21202968 (U812665 M1263620)

Чистовик В 11-02

№3

1) ∢ цепь до замыкания ключа:

Предположим, что полярности конденсаторов такие, как на рисунке:



По закону сохранения заряда:

$-3C(\varepsilon-\varphi_1)+C(\varphi_1)=0$ (где изол. область)

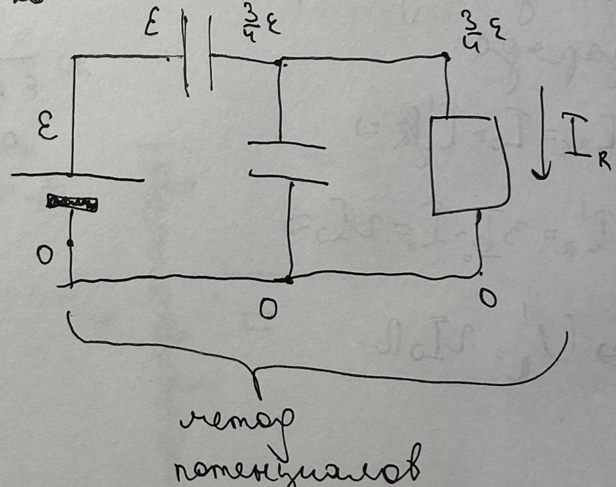
$-3\varepsilon+3\varphi_1+\varphi_1=0$

$\varphi_1=\frac{3}{4}\varepsilon$

∢ цепь сразу после замыкания ключа ⇒

⇒ напряжения на конденсаторах скачком не меняются

По закону Ома для резистора:



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

$W_{3C}=\frac{3C\cdot\left(\frac{1}{4}\varepsilon\right)^2}{2}$ $\quad W_C=\frac{C\cdot\left(\frac{3}{4}\varepsilon\right)^2}{2}$

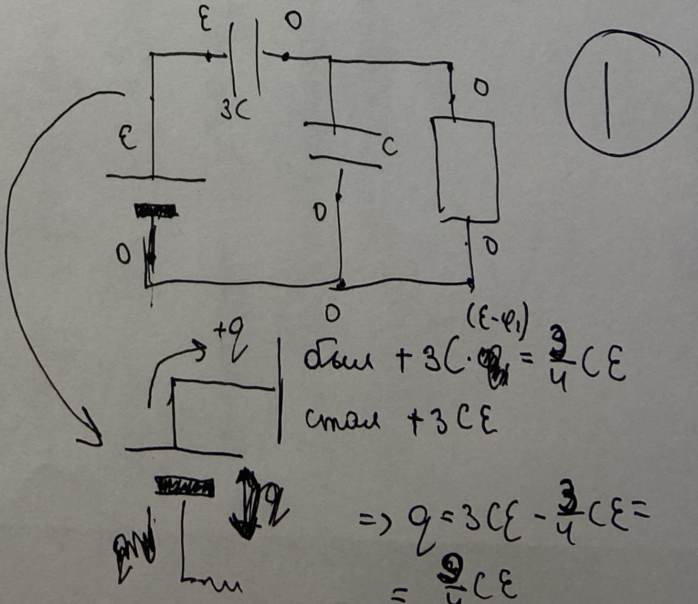
2) ∢ цепь в установившемся состоянии ⇒

⇒ тока через конденсаторы нет ⇒

⇒ тока нет во всей цепи ⇒

⇒ напряжение на резисторе равно 0

⇒ $W'_{3C}=\frac{3C\varepsilon^2}{2}$; $W'_C=0$



1

был $+3C\cdot(\varepsilon-\varphi_1)=\frac{3}{4}C\varepsilon$

стал $+3C\varepsilon$

По закону сохр. энергии:

$A_{ист}=\Delta W_{3C}+\Delta W_C+Q$ ⇒

⇒ $\frac{9}{4}C\varepsilon^2=\left(\frac{3C\varepsilon^2}{2}-\frac{3C\cdot\left(\frac{1}{4}\varepsilon\right)^2}{2}\right)+\left(0-\frac{C\cdot\left(\frac{3}{4}\varepsilon\right)^2}{2}\right)+Q$

⇒ $q=3C\varepsilon-\frac{3}{4}C\varepsilon=$

$=\frac{9}{4}C\varepsilon$

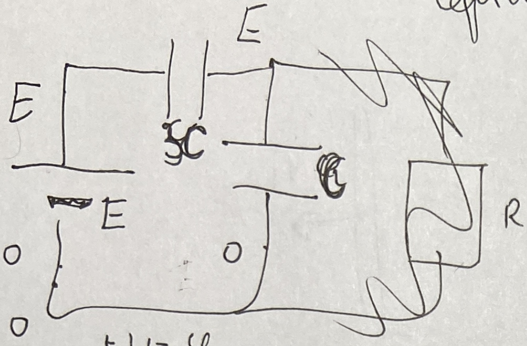
$\frac{9}{4}C\varepsilon^2=\frac{45}{32}C\varepsilon^2-\frac{9C\varepsilon^2}{32}+Q$

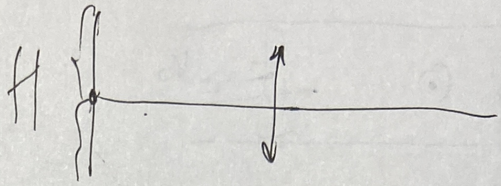
⇒ $A_{ист}=+\frac{9}{4}C\varepsilon^2$

$Q=\frac{72C\varepsilon^2-45C\varepsilon^2+9C\varepsilon^2}{32}=\frac{36}{32}C\varepsilon^2=\frac{9}{4}C\varepsilon^2$

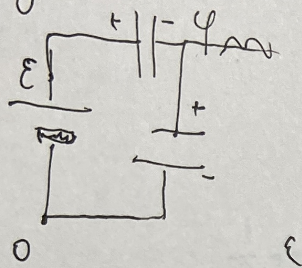
21202968 (U812665 M1263620)

Черновик





$\varphi_1 \cdot 3C - \varphi_1 C = 0$

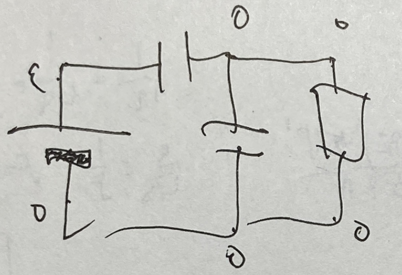


$I =$

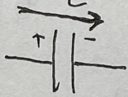
$q = CU$

$\frac{3C\varepsilon^2}{2}\left(1 - \frac{1}{16}\right)$ $\frac{45}{32} C\varepsilon^2$

$I_0 =$

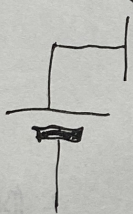


$\frac{3C\varepsilon^2}{2} - \frac{3C \cdot \frac{1}{16}\varepsilon^2}{2}$



$I = CU$

$3C \cdot \frac{1}{4}\varepsilon$

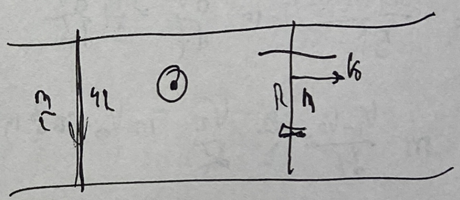


$\frac{3C\varepsilon^2}{2} - \frac{9}{32} \cdot C\varepsilon^2$

72

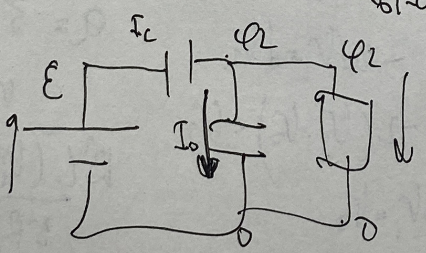
$48 - 3 = 45$

$81 - 45$



$q = CU$ $\frac{18}{16}$

$I = CU'$ $\frac{9}{4}$



$I_0 = C \frac{dU}{dt}$

$I_C = I_0 + I_R$

$3C \cdot U_{3C}' = I_0 + \frac{\varphi_2}{R}$

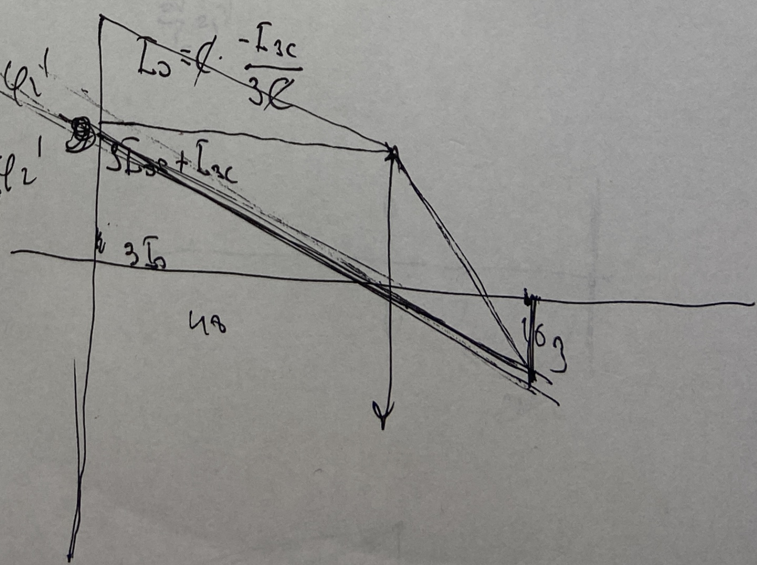
$I_0 \cdot dt = C \cdot dU$

$I_0 = C \cdot \varphi_2'$

$I_{3C} = 3C \cdot -\varphi_2'$

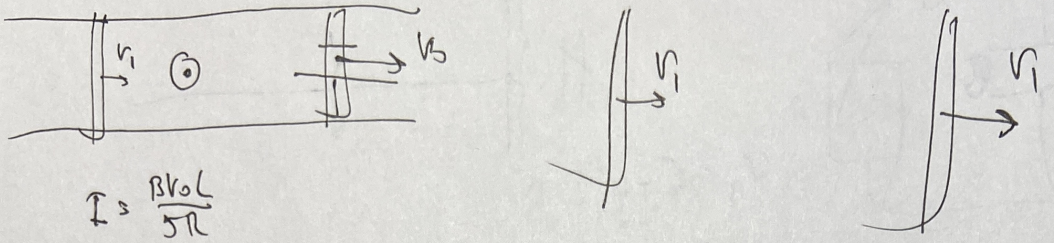
$\varphi_2 = \frac{-I_{3C}}{3C}$

$\frac{-I_{3C}}{3C} = \frac{I_0}{C}$



21202968 (U812665 M1263620)

Черновик



$I = \frac{Bv_0L}{5R}$

$BL\cdot\frac{Bv_0L}{5R} = \frac{B^2v_0^2L^2}{5R}$ $\quad \frac{2}{5}\left(\frac{BL}{mR}\right)^2 dL$

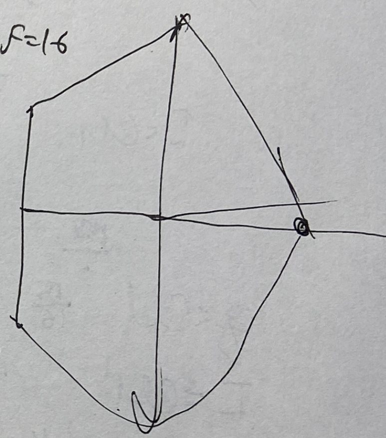
q_1 $\quad BL\cdot I$

$BL\cdot\frac{\mathcal{E}_i}{5R} = \frac{BL}{5R}\cdot BvL$

$q_1 = \frac{(BL)^2\cdot v}{5Rm}$ $\quad q_2 = \frac{2(BL)^2 v'}{5Rm}$

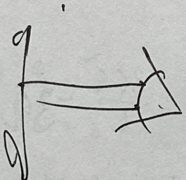
$\frac{1}{12} = \frac{1}{48} + \frac{1}{F}$

$\frac{9}{48} = \frac{1}{F}$ $\quad F = 1.6$



$\mathcal{E}_i = Bv_1L - Bv_2L$

$\frac{dv}{dt}$ $\quad \frac{v_2}{dt} =$



$F_A = \frac{BL(v_1-v_2)}{5R} = m\cdot\frac{dv}{dt} = \frac{m}{2}\cdot\frac{dv}{dt}$

$m\cdot\frac{v_2-v_0}{dt} = \frac{m}{2}\frac{v_2}{dt}$ $\quad mv_0 = \frac{3}{2}mv_1$

$q = \frac{2}{5}\frac{(BL)^2\cdot v_0}{mR}$

$2v_2 - 2v_0 = v_2$

$v_2 = 2v_0$

$-2dv_1 = dv_2$

$-2(v_3 - v_0) = v_3$

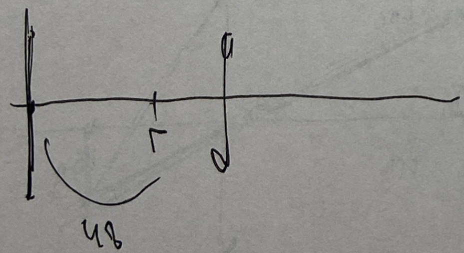
$3v_1 = v_0$

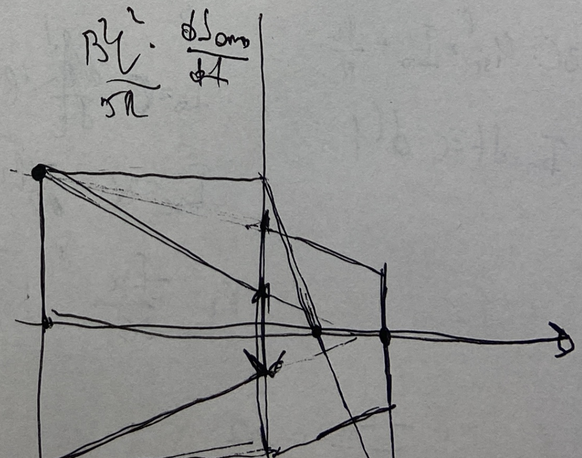
$v_1 = \frac{v_0}{3}$

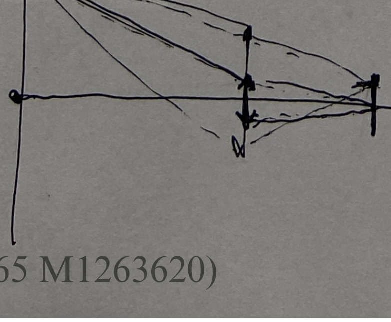
$v_{отн}$

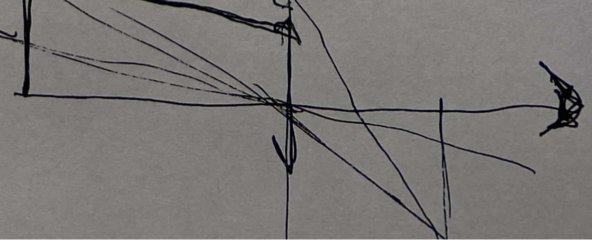
$\frac{B^2L^2(v_2-v_1)}{5R} = m\cdot\frac{dv_1}{dt}$

$\frac{B^2L^2}{5R}\cdot\frac{dv_{отн}}{dt}$









21202968 (U812665 M1263620)