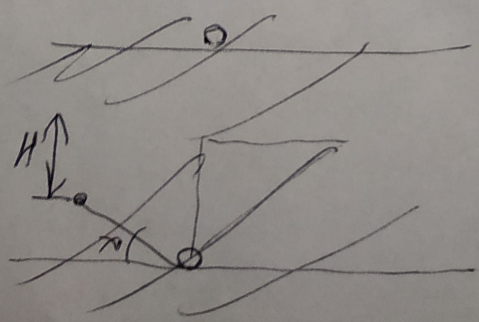
Часть 1

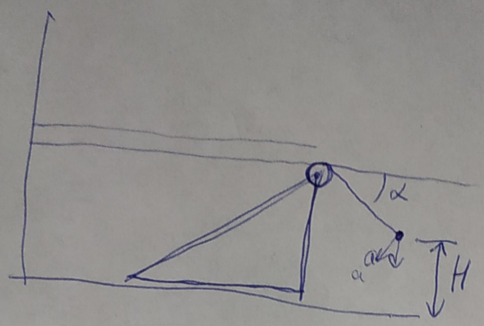
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21200040**

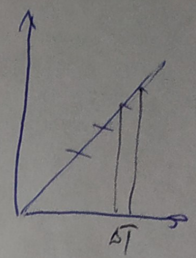
ID профиля: **330098**

Вариант 4

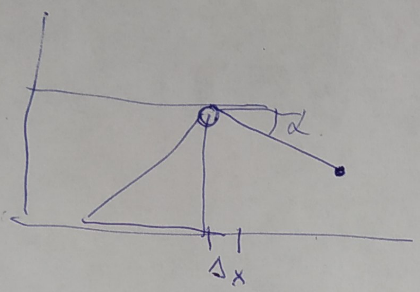

H

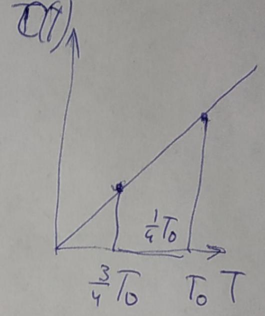


$\frac{9}{5}R \cdot \frac{T}{T_0}$



$Q = \Sigma \quad \Delta T.$





$T_0 \quad T_1$

$C(T) = \frac{9R}{5T_0} \cdot T$

$Q = \Delta U + A$

$Q = \nu \cdot C \Delta T$

$\frac{9}{5}R \qquad \frac{27}{20}R \qquad \leftarrow \frac{36}{?}$

$A = Q - \Delta U$

$T_1 \geq 0$

$\nu \frac{\left(\frac{36}{20} + \frac{27}{20}\right) \cdot R}{2} \cdot \frac{1}{4}T_0 = \frac{63}{160} \cdot \nu T_0$

$= \nu \cdot \cancel{\frac{9R}{T_0}}$

$= \frac{-6T_0 + 9T_1}{5T_0} =$

$A \cancel{Q} = \nu \cdot \cancel{\xi} \frac{C(T_0) + C(T_1)}{2} \cdot (T_1 - T_0) - \frac{3}{2}\nu \cdot R (T_1 - T_0) =$

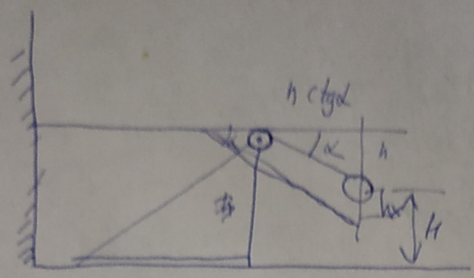
$= \frac{\nu R}{10T_0}(T_1 - T_0)(9T_1 - 6T_0)$

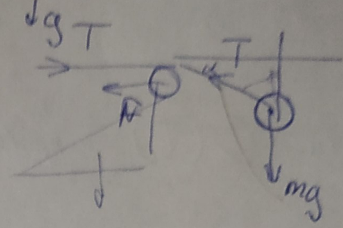
$= (T_1 - T_0) \cdot \left(\cancel{\nu \cdot (\frac{9}{}} \frac{\nu \cdot \frac{9R}{5T_0}(T_0 + T_1)}{2} - \frac{3}{2}\nu \cdot R \right)$

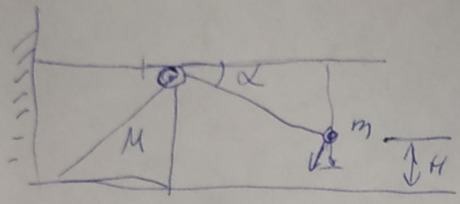
$\frac{\nu R}{2}(T_1 - T_0) \cdot \cancel{\xi} \left(\frac{9}{5} \frac{(T_0 + T_1)}{T_0} - 3 \right) =$

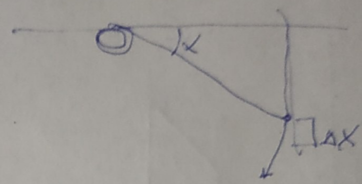
$= \frac{\nu R}{2}(T_1 - T_0) \cdot \left(\frac{9T_0 + 9T_1 - 15T_0}{5T_0} \right) =$

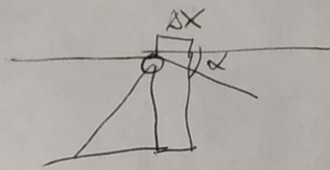
1.

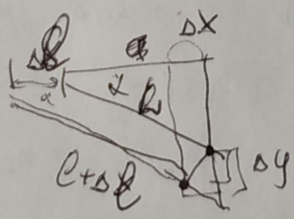












$\cancel{\Delta l}$ $(L+\Delta l)\sin\alpha + \Delta x = \Delta l + L\sin\alpha$

$\Delta l \sin\alpha = \Delta x + \Delta l$

$\cancel{\Delta l}$ $\Delta x = \Delta l \sin\alpha - \Delta l$

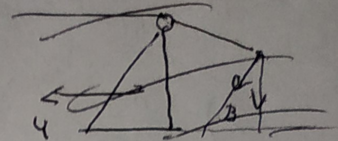
$\Delta y = (L+\Delta l)\cdot\cos\alpha - L\cos\alpha = \Delta l\cos\alpha$

21200040 (U330098 M1264785)

Чистовик лист 7

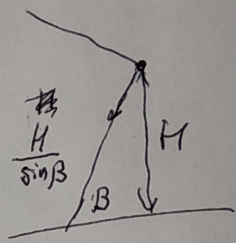
~~3) ЗСИ:~~

~~По 2-ому З.Н~~



4) Нам известно, что шар движется по прямой с пост. ускор.

$$S = \frac{at^2}{2} \qquad \frac{H}{\sin\beta} = \frac{a_{ш} \cdot t^2}{2}$$



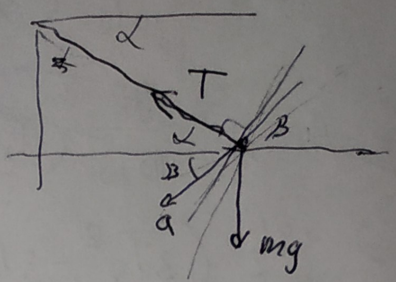
$$\frac{H}{\sin\beta} = \frac{g}{\sin\beta + \cos\beta \, tg\,\alpha} \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2gH}{\sin^2\beta + \sin\beta\cos\beta \, tg\,\alpha}$$

Ответ: $t = \sqrt{\dfrac{2gH}{\sin\beta + \sin\beta\cos\beta \, tg\,\alpha}}$

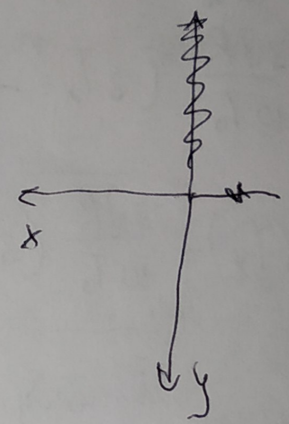
Чистовик

2) Пусть a - ускорение шарика



По 2-ому з. Ньютона

$$O_y: \begin{cases} mg - T\sin\alpha = ma_ш \cdot \sin\beta \\ T\cdot\cos\alpha = ma_ш \cos\beta \end{cases}$$
$$O_x:$$



$$-\begin{cases} T\sin\alpha = ma_ш \sin\beta - mg \\ T\cos\alpha = ma_ш \cos\beta \end{cases} :$$

$$-\operatorname{tg}\alpha = \frac{a_ш \sin\beta - g}{a_ш \cos\beta}$$

$$-a_ш \cos\beta \operatorname{tg}\alpha = a_ш \sin\beta - g$$

$$g = a_ш \sin\beta + a_ш \cos\beta \operatorname{tg}\alpha$$

$$g = a_ш(\sin\beta + \cos\beta \operatorname{tg}\alpha)$$

$$a_ш = \frac{g}{\sin\beta + \cos\beta \operatorname{tg}\alpha}$$

Т.к. тела движутся равноуск из ~~пол. р~~ неподвиж сост

то их ускорения относятся как пройденные пути

(т.к. $S \sim a$) клин Δl

шарик $\Delta x^2 + \Delta y^2 = \Delta l\sqrt{(1-\cos\alpha)^2 + \sin^2\alpha} = \Delta l\sqrt{2 - 2\cos\alpha}$

$$\Rightarrow \frac{a_{к1}}{a_ш} = \frac{\Delta l}{\Delta l\sqrt{2-2\cos\alpha}} \Rightarrow a_{к1} = a_ш \cdot \frac{1}{\sqrt{2-2\cos\alpha}}$$

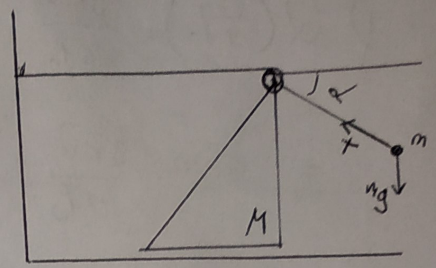
Ответ: $a_{к1} = \frac{g}{\sin\beta + \cos\beta \operatorname{tg}\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{2-2\cos\alpha}}$

$a_{к1} \approx 5{,}53 \ \frac{м}{с^2}$

Чистовик

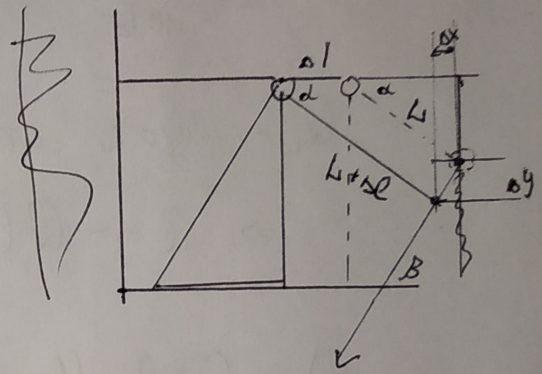
лист 5

1. Мысленно ~~сдвин~~ представим что будет при сдвиге клина на Δl



$$\text{①} \left\{ (L+\Delta l)\cdot\cos\alpha + \Delta x = \Delta l + L\cos\alpha \right.$$

$$\text{②}\ (L+\Delta l)\cdot\sin\alpha = L\sin\alpha + \Delta y$$



$$\text{①}\ \Delta l\cos\alpha + \Delta x = \Delta l$$

$$\Delta x = \Delta l\,(1-\cos\alpha)$$

$$\text{②}\ \Delta l\sin\alpha = \Delta y$$

Заметим, что не зависимо от Δl

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = const$$

=> шарик движется по прямой и ускорение направлено по этой же прямой

Найдем $tg\,\beta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{\cancel{\frac{8}{17}}\ \frac{15}{17}}{\frac{9}{17}} = \frac{5}{3}$

~~$\sin\alpha$~~ $\cos\alpha = \frac{8}{17}$ $\quad tg\,\alpha = \frac{15}{8} =$

$\sin\alpha = \frac{15}{17}$

~~Ответ~~ 1) Ответ: $tg\,\beta = \frac{5}{3}$

2 (продолжение)

Отвот: 1) $\frac{63}{160} R \nu T_0$

2) $\frac{T_0}{6}$

3) $- \nu R T_0$

~~$A(T_x)$~~ 2. (продолжение)

$$A(T_x) = \frac{3\nu R}{10T_0}(T_x - T_0)(3T_x + 2T_0) =$$

$$= \cancel{A(T_x) = \frac{3\nu R}{10T_0}(T_x - T_0)}$$

$$= \frac{3\nu R}{10T_0}\left(3T_x^2 - 3T_0T_x + 2T_0T_x - 2T_0^2\right) =$$

$$= \frac{3\nu R}{10T_0}\left(3T_x^2 - T_0T_x - 2T_0^2\right)$$

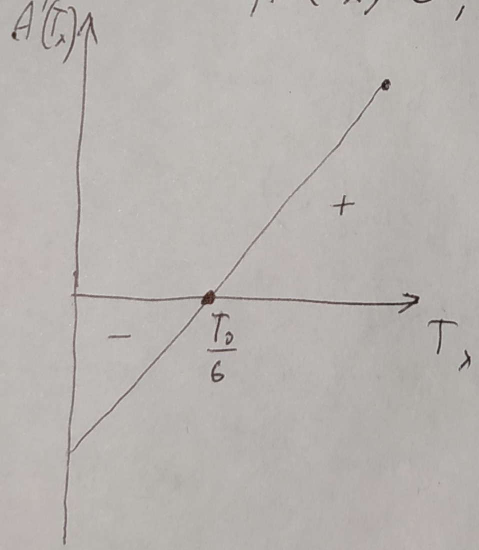
$$A(T_x) = \boxed{\frac{3\nu R}{10T_0}\left(3T_x^2 - T_0T_x - 2T_0^2\right)}$$

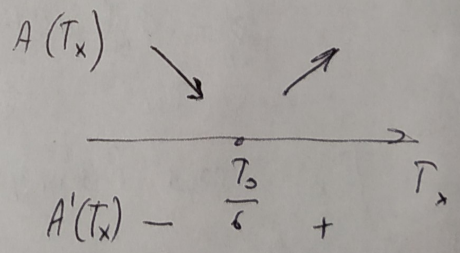
Исследуем $A(T_x)$ чтобы найти минимум

~~$A'(T_x)$~~

$$A'(T_x) = \frac{3\nu R}{10T_0}(6T_x - T_0)$$

$A'(T_x) = 0$, при $T_x = \frac{T_0}{6}$





$\Rightarrow \frac{T_0}{6}$ – т. минимума

$\Rightarrow$ Минимальная работа будет совершена газом при его охлаждении до $\frac{T_0}{6}$

$$A\left(\frac{T_0}{6}\right) = \frac{3\nu R}{10T_0}\left(\frac{T_0}{6} - T_0\right)\left(3\cdot\frac{T_0}{6} + 2T_0\right) =$$

$$= \frac{3\nu R}{10T_0}\left(-\frac{5}{6}T_0\right)(4T_0) = -\frac{60\nu RT_0}{60} = -\nu RT_0 \simeq -8{,}31\nu T_0$$

2 (продолжение) Чистовик лист 2

1) $Q\left(\frac{3}{4}T_0\right) = \frac{9R\nu}{10T_0}\left(\frac{3}{4}T_0 + T_0\right)\left(\frac{3}{4}T_0 - T_0\right) =$

$= \frac{9R\nu}{10T_0} \cdot \frac{7}{4}T_0 \cdot \left(-\frac{1}{4}T_0\right) =$

$= -\frac{9R\nu}{10T_0} \cdot \frac{7}{4}T_0 \cdot \frac{1}{4}T_0 = -\frac{63}{160}R\nu \cdot T_0$

Q_1 - теплота отданная газом

$\Rightarrow Q = -Q\left(\frac{3}{4}T_0\right) = \frac{63}{160}R\nu \cdot T_0 \approx \cancel{0{,}394\,\nu}\ 3{,}272\,\nu T_0$

2) $Q = A + \Delta U$ - I-ый з. термодинамики

$A = Q - \Delta U$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$ ($\frac{3}{2}$, т.к. гелий - одноатомный)

~~$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R($~~ ~~Если~~ По прежнему обозначим T_x за кон. темп. в этом процессе ($0 \le T_x \le T_0$

$\boxed{\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_x - T_0)}$

$A(T_x) = \frac{9R\nu}{10T_0}(T_x + T_0)(T_x - T_0) - \frac{3}{2}\nu R(T_x - T_0) =$

$= \frac{3}{2}\nu R \cancel{\left(\frac{3}{5}\right.} (T_x - T_0)\left(\frac{3}{5T_0}(T_x + T_0) - 1\right) =$

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

$= \frac{3}{2}\nu R(T_x - T_0)\left(\frac{3T_x + 2T_0}{5T_0}\right) = \frac{3\nu R}{10T_0}(T_x - T_0)(3T_x + 2T_0) =$

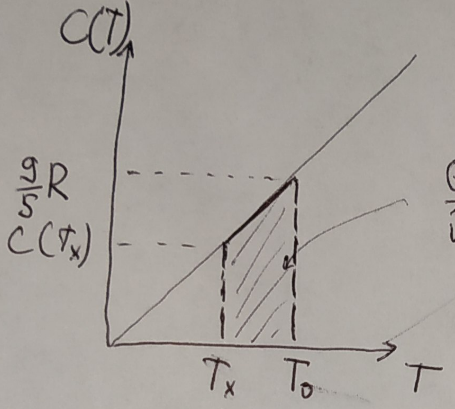
~~$A(T_x) = \frac{3\nu R}{10T_0}($~~ -

Чистовик

лист 1.

2. $$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} = \underset{\uparrow \text{const}}{\boxed{\frac{9R}{5T_0}}} \cdot T$$

=> График $C(T)$ – прямая пропорциональность



Заметим, что $\frac{Q}{\cancel{\nu\nu}}$~~, где Q для ко какого-то~~ процесса

$\frac{Q}{\nu}$ – площадь под графиком $C(T)$ на отрезке T_0 до T_x, где T_x – конечная температура в процессе (Q – теплота полученная газом при изменении его температуры в этом процессе от T_0 до T_x).

Эту площадь мы можем посчитать посчитать, как площадь трапеции

$$\frac{Q}{\nu} = \frac{C(T_x) + C(T_0)}{2} \cdot (T_x - T_0) =$$

$$= \frac{\frac{9R}{5T_0} \cdot T_x + \frac{9R}{5T_0} \cdot T_0}{2} \cdot (T_x - T_0) =$$

$$= \frac{9R}{10 T_0} (T_x + T_0)(T_x - T_0)$$

$$\Rightarrow \boxed{Q(T_x) = \frac{9R\nu}{10T_0} (T_x + T_0)(T_x - T_0)}$$

Часть 2

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

Шифр: **21200040**

ID профиля: **330098**

Вариант 4

Чистовик лист

r (радиус линзы) должен быть равен CD

Найдем CD из подобия

$$\frac{CD}{FC} = \frac{BE}{EF}$$

$$\Rightarrow CD = \frac{FC}{EF} \cdot BE = \frac{R}{3} = \frac{3}{2}$$

$D_м = r \cdot 2 = 3 \text{(см)}$

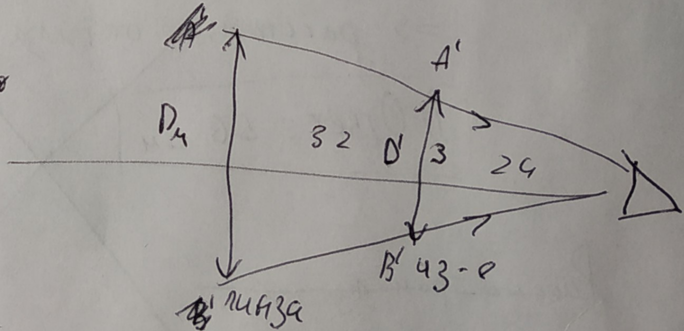
$\boxed{2) \text{ Ответ: } 3 \text{ см}}$

наход.

$\Rightarrow$ глаз ~~видит~~ на раст $32 + 24 = 56$ см

$\boxed{1) \text{ Ответ: } 56 \text{ см}}$

$$\frac{D'}{AB} = \frac{f}{d}$$ D' – диаметр изображения



$\Rightarrow D' = 3 \quad \left(9 \cdot \frac{32}{96}\right)$

$$\frac{3}{24} = \frac{\cancel{A'B'} D_м}{56}$$ $\Rightarrow$ чтобы лучи из линзы попали в наблюдателя

$$D_м \cancel{A'B'} = \frac{3 \cdot 56}{24}$$

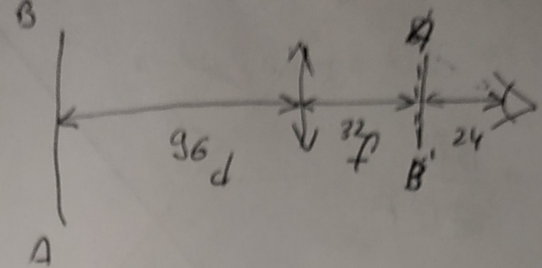
$\Rightarrow D_м \cancel{A'B'} = 7$

$\boxed{2) \text{ Ответ: } 7 \text{ см}}$

21200040 (U330098 M1264786)

Чистовик лист5

5



Найдем на каком расстоянии f от линзы находится изображение циферблата

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$$ - Формула тонкой линзы

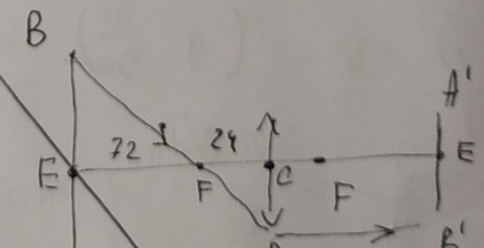
$$\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}$$

$$f=\frac{Fd}{d-F}=\frac{96\cdot 24}{96-24}=32$$

1) ~~От~~ глаз видит изображение циферблата на расстоянии 24 см

=> расстояние от глаза до линзы 56 см

$\boxed{\text{1) Ответ: 56 см}}$



~~Рассмотрим луч л~~

$H_{AB}=9$ => Радиус циферблата

$R=\frac{9}{2}$

Рассмотрим луч идущий из т. B через F далее — он идет параллельно главной опт. оси

=> $CD=E'B'$

Для того чтобы изображение было видно целиком

Чистовик листу

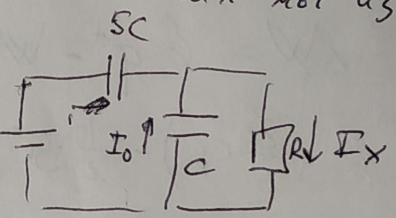
$$\begin{cases} I_0 + I_x = 5C \cdot U'_{5C}(\tau) \\ I_0 = C \cdot U'_C(\tau) \quad \cdot 5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_0 + I_x = 5C \cdot U'_{5C}(\tau) \\ 5I_0 = 5C \cdot U'_C(\tau) \end{cases} +$$

$$6I_0 + I_x = 0$$

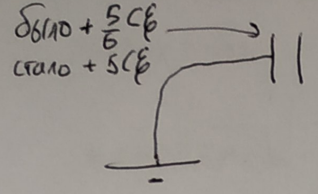
$I_x = -6I_0$ → значит токи идут не так как мы изобразили

$\boxed{3)\ \text{Ответ: } \cancel{\ }6I_0}$



Чи стовик лист 3

Найдем заряд, кот протек через источник q^* за время от $t=0$ до $t=t_{уст}$



$$\Rightarrow q^* = 5C\mathcal{E} - \frac{5}{6}C\mathcal{E} = 4\frac{1}{6} = \frac{25}{6}C\mathcal{E}$$

Запишем ЗСЭ от $t=0$ до $t=t_{уст}$

$$A_{ист} = \Delta W + Q$$

$$Q = A_{ист} - \Delta W = \mathcal{E}\cdot q^* - W(t_{уст}) + W(0) =$$

$$= \mathcal{E}\cdot\left(\frac{25}{6}C\mathcal{E}\right) - \frac{1}{2}\cdot 5C\cdot\mathcal{E}^2 + \frac{5}{12}C\cdot\mathcal{E}^2 =$$

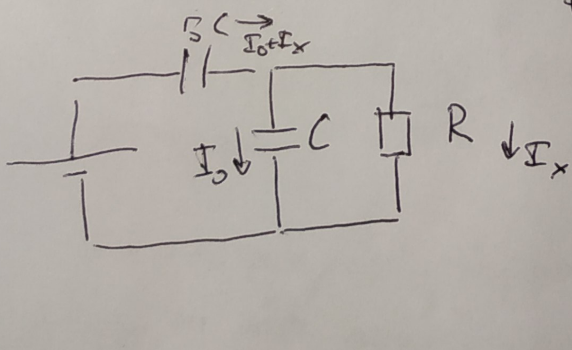
$$= C\mathcal{E}^2\left(\frac{25}{6} - \frac{5}{2} + \frac{5}{12}\right) = C\mathcal{E}^2\left(\frac{50}{12} - \frac{30}{12} + \frac{5}{12}\right) = \frac{25}{12}C\mathcal{E}^2$$

$$\boxed{2)\ \text{Ответ}: \frac{25}{12}C\mathcal{E}^2}$$

(4) Рассмотрим момент времени $t=\tau$, когда

$$I_C = I_0$$

$\cancel{U_{5C}(\tau) + U_C = \mathcal{E}}$ ~~из 2 ЗК~~



$$\begin{cases} I_0 + I_x = 5C\cdot U'_{5C}(\tau) \\ I_0 = C\cdot U'_C(\tau) \end{cases}$$

$$U_{5C} + U_C = \mathcal{E} \quad \text{из 2 ЗК}$$

$$'(U_{5C} + U_C) = (\mathcal{E})'$$

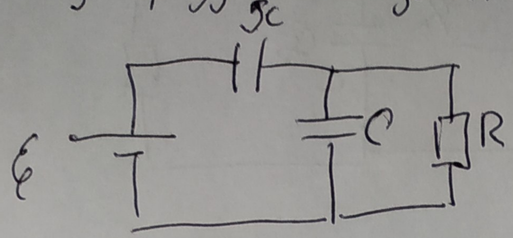
$$U'_{5C} + U'_C = 0$$

$$\Rightarrow U'_{5C}(\tau) + U'_C(\tau) = 0$$

Чистовик лист 2

② ~~После замыкания ключа~~

Из Сразу после замыкания ключа ($t=0$)



Из теории известно, что напряжение на конденсаторе скачком не меняется

$\Rightarrow U_C = \frac{5}{6}\mathcal{E}$

$$W(0) = \frac{1}{2}\cdot 5C\cdot\left(\frac{1}{6}\mathcal{E}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot C\cdot\left(\frac{5}{6}\mathcal{E}\right)^2 = $$

$U_R = U_C$

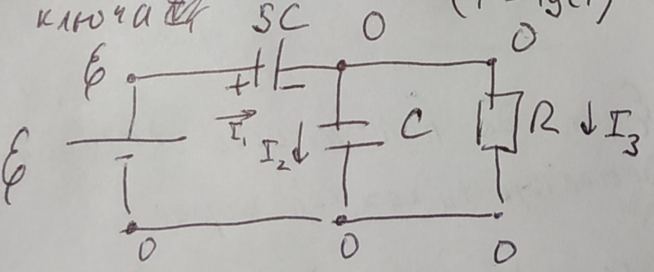
$$= \frac{5+25}{72}\cdot C\cdot\mathcal{E}^2 = \frac{30}{72}\cdot C\cdot\mathcal{E}^2 = \frac{5}{12}C\mathcal{E}^2$$

$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{5\mathcal{E}}{6R}$

$\boxed{W(0) = \frac{5}{12}C\cdot\mathcal{E}^2}$

$\boxed{1)\ \text{Ответ: } \frac{5\mathcal{E}}{6R}}$

③ Рассмотрим установившийся режим после замыкания ключа ($t = t_{уст}$)



} метод потенциалов

Из теории известно, что через зар конд ток не течёт

$\Rightarrow I_1 = 0 \quad I_2 = 0 \Rightarrow I_3 = 0$

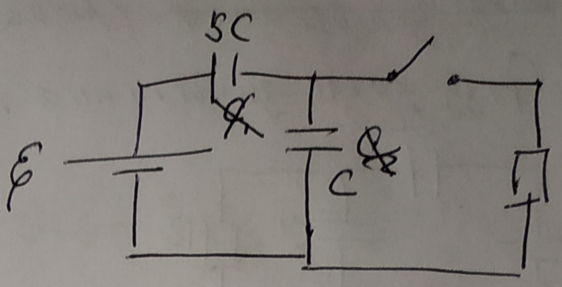
$U_R = I_3 R = 0 \Rightarrow U_C = 0$

$\Rightarrow U_{5C} = \mathcal{E} \qquad q_{5C} = 5C\mathcal{E}$

~~Найден~~ $\boxed{W(t_{уст}) = \frac{1}{2}5C\cdot\mathcal{E}^2}$

21200040 (U330098 M1264786)

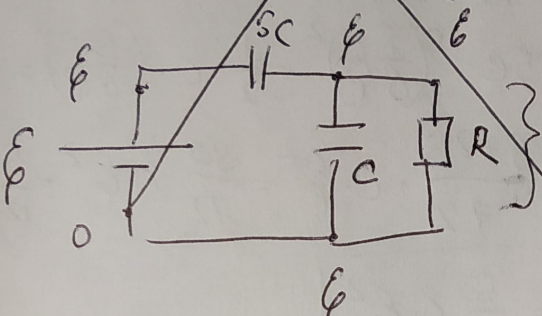
3. 1)



~~Из теории известно, что напряжение на конденсаторе скачком не меняется~~

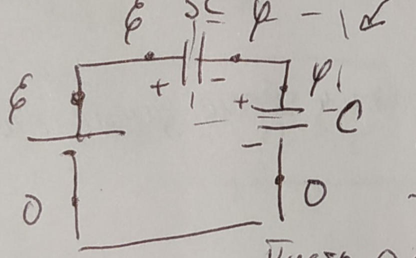
~~=> В сразу после замыкания ключа~~

~~$U_{5C} = U_C = 0$ В~~



~~метод потенциалов~~

① До замыкания ключа



здесь суммарный заряд не менялся (*)

метод потенциалов

Пусть $0 < \varphi < \mathcal{E}$, тогда полярность обкладок конденсатора такая как на рис.

~~из (*) следует ЗСЭ:~~

из (*) следует ЗСЭ: $-5C\cdot(\mathcal{E}-\varphi) + C(\varphi - 0) = 0$

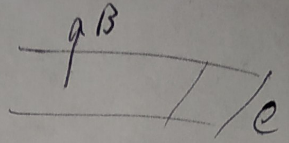
$$-5\mathcal{E} + 5\varphi + \varphi = 0$$

$$6\varphi = 5\mathcal{E}$$

$$\varphi = \frac{5}{6}\mathcal{E}$$ => наше предположение верно

=> $U_C = (\varphi - 0) = \frac{5}{6}\mathcal{E}$ $\quad U_{5C} = (\mathcal{E} - \varphi) = \frac{\mathcal{E}}{6}$

$q_C = C \cdot U_C = C \cdot \frac{5}{6}\mathcal{E}$ $\quad q_{5C} = 5C \cdot U_{5C} = C \cdot \frac{5}{6}\mathcal{E}$

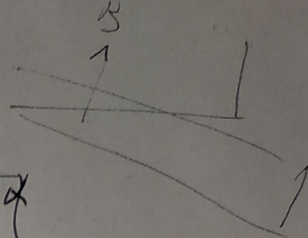


$$\mathcal{E}\ \cancel{I\cdot B} = v\cdot l\cdot B$$

$$F_A = \frac{v_0 l B}{R}\cdot B\cdot l$$

$I_0 = C \cdot \frac{\Delta U}{\Delta t}$

$F_A =$



$I_c(t) = C \cdot \cancel{t} \frac{\Delta U}{\Delta t}$

$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \cdot V \cdot l \cdot \cos\alpha$

$U_C = U_R$

$\cancel{t}\ I_R - ?\quad I_R = \frac{U_R}{R}$

$\mathcal{E} = B \cdot V \cdot l \cdot \cancel{\sin\alpha} \cos\alpha$

$\Delta t \cdot I_c(t) = C \cdot \Delta U(t)$

$I = \frac{B \cdot V_0 \cdot l \cdot \cancel{\cos\alpha}}{R}$

$\Delta U(t) = \frac{\Delta t \cdot I_c(t)}{C}$

$V_0 \quad \mathcal{E}\ v \cdot l \cdot B.$

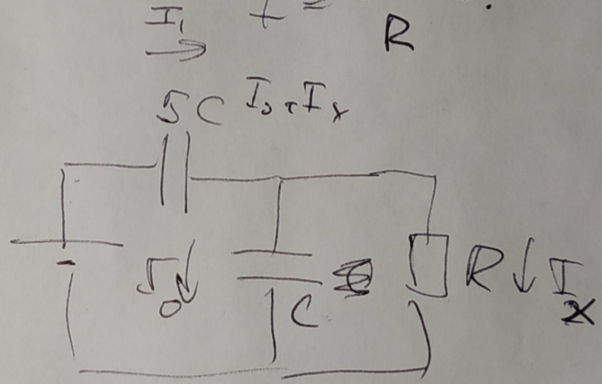
$\sum \Delta U(t) = \frac{q_c}{C}$

$I = \frac{B \cdot V_0 \cdot l}{R}.$

$U_C = \frac{q_c}{C}$

$U_R = \frac{q_c}{C}$

$\frac{U_R}{R} = \frac{q_c}{C \cdot R}$



I.

$I_0 + I_x = C \cdot \frac{U_{5C}}{\Delta t}$

$\cancel{\frac{U_R}{R}}\ \cancel{U_R q_C} = \frac{(U_C \cdot C - q_0)}{C}$

$I_0 = C \cdot \frac{U_c}{\Delta t}$

$\cancel{I_0 + I_x}$

$\cancel{\frac{U_c}{R}} = \cancel{\frac{U_c \cdot C - q_0}{C}}$

$I_0 + I_x = C \frac{\Delta U_{5C}}{\Delta t} = C \cdot \frac{(\mathcal{E} - \Delta U_c)}{\Delta t} =$

$I_0 = C \cdot \frac{\Delta U_c}{\Delta t}$

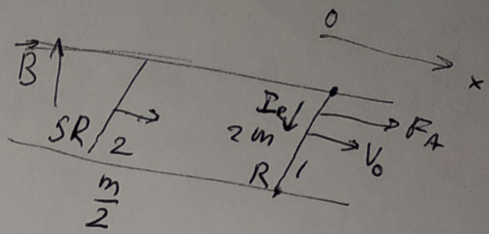
$I_0 \cdot$

$2I_0 + I_x = C \cdot \frac{\mathcal{E}}{\Delta t}$

Чистовик лист 7

4. ~~ℰ = B~~

~~2) Заметим, что~~



Пусть l – длина перемычки

(*) $U_R = U_{5R}$ – так как рельсы проводят хорошо.

$$U_R = V_0 \cdot l \cdot B \cdot \cos 0^\circ = V_0 \cdot l \cdot B$$

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

$$F_A = \cancel{\frac{U_R}{R}} \cdot I_R \cdot l \cdot B \cdot \sin 90^\circ = \frac{V_0 \, l \cdot B}{R} \cdot l \cdot B$$

По 2-ому з. Ньютона

$$OX: \quad F_A = 2m \cdot a$$

$$a = \frac{F_A}{2m} = \frac{V_0 \, l^2 B^2}{2Rm}$$

$$\boxed{1) \text{ Ответ: } \frac{V_0 \, l^2 B^2}{2Rm}}$$

(*) $\Rightarrow$ $V_R \cdot l \cdot B = V_{5R} \cdot l \cdot B$

$\Rightarrow V_R = V_{5R}$