Часть 1

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

Шифр: **21200107**

ID профиля: **376664**

Вариант 4

Лист 1 ~~Черновик~~ Чистовик

№2

ν, T_0

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

$T_1 = \frac{3}{4} T_0$

$Q_1 - ?$

$T_{min} - ?$

$A_{min} - ?$

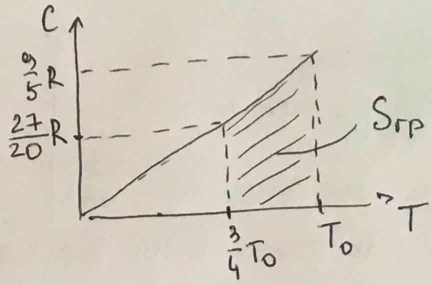
Решение:

1) $Q_1 = \nu \cdot S_{гр}$

$S_{гр} = \frac{1}{2}\left(\frac{27}{20}R + \frac{9}{5}R\right)\left(\frac{1}{4}T_0\right) = $

$= \frac{63}{160} R T_0$

$Q_1 = \frac{63}{160} \nu R T_0$



2) $Q = U_2 - U_1 + A$; $Q = \nu (T_к - T_н) R$

Рассмотрим бесконечно малый отрезок времени, тогда C-const

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

$\frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} \cdot \Delta T \cdot \nu = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \Delta A \quad (*)$

Суммируем (*) за время охлаждения до T_{min}

$\sum \frac{9}{5} \nu R \frac{T \Delta T}{T_0} = \sum \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \sum \Delta A$

$\frac{9 \nu R}{5 T_0} \cdot \frac{1}{2} (T_{min}^2 - T_0^2) = \frac{3}{2} \nu R (T_{min} - T_0) + A_{min} \quad | : \frac{3}{2} \nu R$

$\frac{3}{5 T_0} T_{min}^2 - \frac{3}{5} T_0 - T_{min} + T_0 - \frac{A_{min} \cdot 2}{3 \nu R} = 0$ - квадратичная функция

Минимум достигается при: $T_{min} = \frac{1 \cdot 5 T_0}{2 \cdot 3} = \frac{5}{6} T_0$

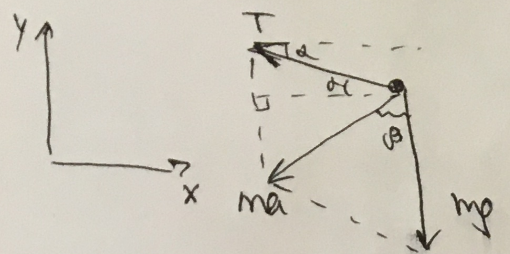
3) Тогда ~~A_{min}~~ $\frac{3}{5 T_0} \cdot \frac{25}{36} T_0^2 + \frac{2}{5} T_0 - \frac{30}{36} T_0 = \frac{2 A_{min}}{3 \nu R}$

$A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{40}$

3) Ответ: 1) $Q_1 = \frac{63}{160} \nu R T_0$; 2) $T_{min} = \frac{5}{6} T_0$; 3) $A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{40}$

Лист 2 Чистовик

№1. 1) Рассм. действие сил на шарик



2 з.Н.

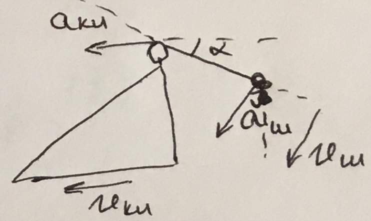
$$\begin{cases} Ox: -T\cos\alpha = -ma_ш \sin\beta \\ Oy: mg - T\sin\alpha = ma_ш\cos\beta \end{cases}$$

$\Downarrow$

$$mg - ma_ш \sin\beta\, tg\,\alpha = ma_ш \cos\beta$$

$$g - a_ш \sin\beta\, tg\,\alpha = a_ш\cos\beta$$

2) Т.к. нить нерастяжима, то проекции скоростей клина и шара на нить равны



$$v_{кл}\cos\alpha = v_ш \sin(\beta-\alpha)$$

$\Downarrow$

$$a_{кл}\cos\alpha = a_ш \sin(\beta - \alpha)$$

$$a_{кл} = \frac{a_ш \sin(\beta-\alpha)}{\cos\alpha}$$

2 з.Н. для клина

$$Ox: \ T\cos\alpha = Ma_{кл}$$

$$ma_ш \sin\beta = \frac{Ma_ш \sin(\beta-\alpha)}{\cos\alpha}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta\cos\alpha} = 1 - \frac{\sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta\cos\alpha} = 1 - tg\,\alpha \cdot ctg\,\beta$$

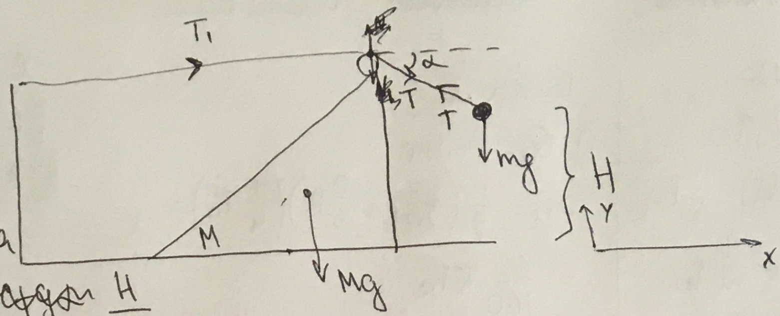
3) При достижении ~~шаром~~ шаром пола, ~~нить~~ горизонтальная нить уменьшится на $\frac{H}{\sin\alpha}$, то есть путь пройденный клином равен

$$S = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_{кл}\tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{кл}\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H\, ctg\,\alpha}{a_ш \sin(\beta-\alpha)}}$$

21200107 (U376664 M1266918)

Черновик

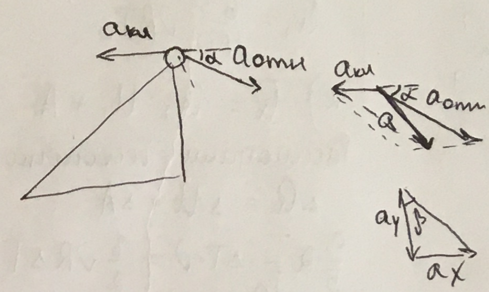
№1



~~$T\sin\alpha = mg$~~

$T = \cancel{\frac{mg}{\sin\alpha} = const}$

~~Зст~~ Когда шар достигнет пола ~~брусок~~ клин двинется на ~~Н~~ $\frac{H}{\sin\alpha}$



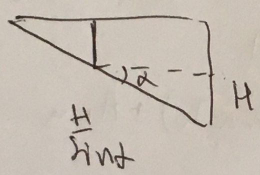
$a_x = a_{отн}\cos\alpha - a_{кл}$

$a_y = a_{отн}\sin\alpha$

$\operatorname{tg}\beta = \frac{a_x}{a_y} = \operatorname{ctg}\alpha - \frac{a_{кл}}{a_{отн}\sin\alpha}$

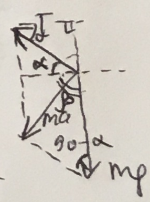
2 з.Н. $T\cos\alpha = Ma_{кл}$

$T = ma_{отн}$

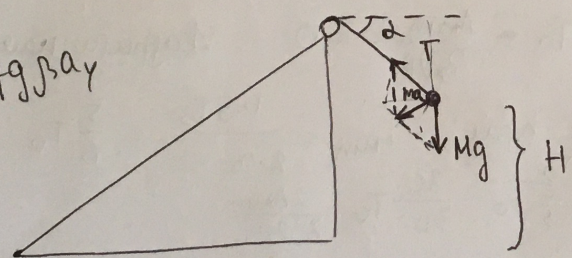


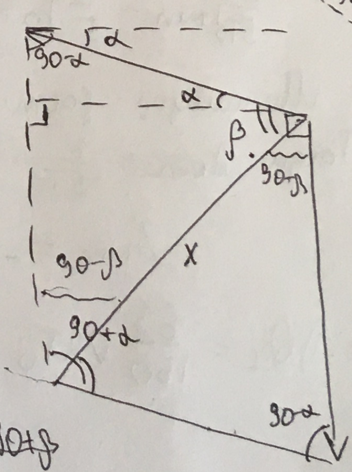
2 з.Н. для шара

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



$a_x = \operatorname{tg}\beta\, a_y$





ox: $T\cos\alpha = ma_x$ $\quad T = \frac{ma_x}{\cos\alpha}$

oy $\cancel{mg}\ mg - T\sin\alpha = ma_y$

$mg - ma_x\operatorname{tg}\alpha = ma_y$

$g + a_y\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta = a_y$

~~90+α − 90+β~~

По т. косинусов

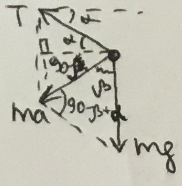
$x^2 = T^2 + (mg)^2 - 2Tmg\sin\alpha$

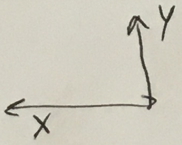
$a^2 = \frac{T^2}{m^2} + g^2 + \frac{2Tg}{m}\sin\alpha$

$T/\cancel{\cos\beta} = ma/\cancel{\cos\alpha}$

$\cancel{ma\cos\beta = T\cos\alpha}$

№1. 1) Рассмотрим сил, действ. на шар ~~Чистовик~~ Черновик

Рис 1 



2 з.Н

$$\begin{cases} Ox: & T\cos\alpha = ma\sin\beta \\ Oy: & mg - T\sin\alpha = ma\cos\beta \quad (1) \end{cases}$$

$\Downarrow$

$$mg - ma\sin\beta\,tg\alpha = ma\cos\beta$$

$$g - a\sin\beta\,tg\alpha = a\cos\beta \quad (3)$$

Из рисунка 1 видим, что по теор. синусов

$$\frac{mg}{\sin(90-\beta+\alpha)} = \frac{T}{\sin\beta} \Rightarrow \frac{mg}{\cos(\beta-\alpha)} = \frac{T}{\sin\beta} \quad (2)$$

~~Подставим (1) в (2) и получим~~

$$\frac{mg}{\cos(\beta-\alpha)} = \frac{ma}{\cos\alpha} \Rightarrow g\cos\alpha = a\cos(\beta-\alpha)$$

$$a = \frac{g\cos\alpha}{\cos(\beta-\alpha)} \quad (4)$$

Подставим (4) в (3)

$$g - g\frac{\sin\beta\sin\alpha}{\cos(\beta-\alpha)} = \frac{g\cos\alpha\cos\beta}{\cos(\beta-\alpha)}$$

$\Downarrow$

$$\cos(\beta-\alpha) - \sin\beta\sin\alpha = \cos\alpha\cos\beta$$

Подставим (1) в (2) и получим

$$\frac{mg}{\cos(\beta-\alpha)} = \frac{m(g-a\cos\beta)}{\sin\alpha\sin\beta}$$

$$g - \frac{g\sin\beta\sin\alpha}{\cos(\beta-\alpha)} = a\cos\beta$$

$$\frac{g\cos\beta\cos\alpha}{\cos(\beta-\alpha)} = a\cos\beta$$

$$a = \frac{g\cos\alpha}{\cos(\beta-\alpha)}$$ Подставим в (3)

$$g - \frac{g\sin\beta\sin\alpha}{\cos(\beta-\alpha)} = \frac{g\cos\alpha\cos\beta}{\cos(\beta-\alpha)}$$

Часть 2

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

Шифр: **21200107**

ID профиля: **376664**

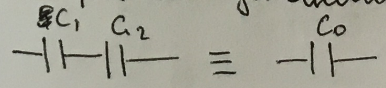
Вариант 4

№3

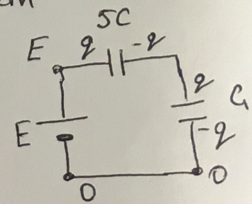
$C_2 = C$
$C_1 = 5C$
E, R
$I_1 - ?$
$Q - ?$
$I_2 - ?$

Чистовик Лист 1 Вариант 11-04

1) Рассм. цепь непосредственно перед ~~размыканием~~ замыканием т.к. режим установился => тока в цепи нет



$, где C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{5C}{6}$



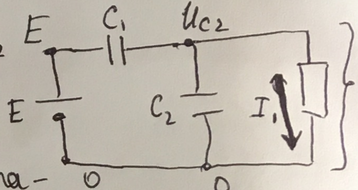
$q = C_0 U = C_0 E = \frac{5C}{6} E$

используем метод потенциалов

2) Сразу после замыкания ключа заряд на конденсаторах скачком не изменится => $U_{c1} = \frac{q}{C_1} = \frac{q}{5C}$

$U_{c1} = \frac{E}{6}$, $U_{c2} = \frac{q}{C_2} = \frac{q}{C} = \frac{5E}{6}$

$I_1 = \frac{U_{c2}}{R} = \frac{5E}{6R}$; $W_1 = \frac{C_1 U_{c1}^2}{2} + \frac{C_2 U_{c2}^2}{2} = \frac{30CE^2}{36 \cdot 2} = \frac{5CE^2}{12}$

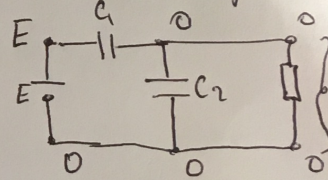


используем метод потенциалов

3) Рассмотрим цепь после замыкания в установившемся режиме (t-буст). Через конденсаторы ток не течет => тока в цепи нет т.к. через резистор ток не течет => напряжение на его концах нулевое

$U_{c2}(бyст) = 0$, $U_{c1}(бyст) = E$, $q_1 = C_1 E = 5CE$

$W_2 = \frac{C_1 U_{c1}^2(бyст)}{2} + \frac{C_2 U_{c2}^2(бyст)}{2} = \frac{5E^2 C}{2}$



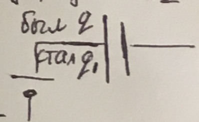
используем метод потенциалов

4) Рассмотрим процесс от замыкания до уст. режима:

ЗСЭ: $A_б = \Delta W + Q$

$A_б = \Delta q E$; $\Delta q = q_1 - q = 5CE - \frac{5}{6}CE = \frac{25}{6}CE$

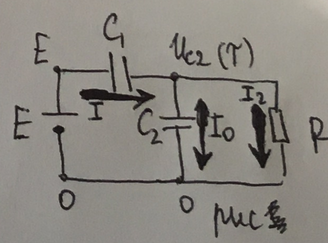
Рассм заряд на C_1



$Q = A_б - \Delta W = \frac{25}{6}CE^2 - W_2 + W_1 = \frac{25}{6}CE^2 - \frac{5CE^2}{2} + \frac{5CE^2}{12} = \frac{25CE^2}{12}$

5) Рассмотрим момент времени τ, когда через конд C_2 течет ток I_0

$I_0 = C_2 U_{c2}'(\tau)$
$I = C_1 U_{c1}'(\tau)$ $I = I_0 + I_2$
$I_2 = U_{c2}(\tau)/R$ $U_{c1}(\tau) = E - U_{c2}(\tau)$



используем метод потенциалов

$I = 5C(E - U_{c2})'$; $I_0 = C_2 U_{c2}'(\tau)$

$I = -5C U_{c2}'(\tau) = -5I_0$

$I_2 = I - I_0 = -6I_0$ – знак минус говорит о том, что ток направлен противоположно тому, как указано на рисунке

Ответ: 1) $I_1 = \frac{5E}{6R}$; 2) $Q = \frac{25CE^2}{12}$; 3) $I_2 = 6I_0$

№4
$B, L,$
m, R, V_0
Найти:
$a_1 - ?$
$v - ?$
$\Delta l - ?$

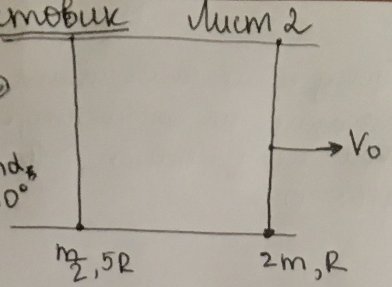
Вариант 11-04 Чистовик Лист 2

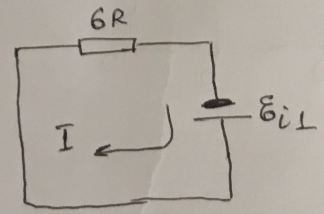
1) Т.к. проводящая перемычка начала ~~действов~~ двигаться в м.п => на её концах появилась разность потенциалов $\mathcal{E}_{i1} = BV_0L\sin\alpha$, где $\alpha = 90°$

$\Downarrow$

В контуре появился ток

$$I = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{5R+R} = \frac{BV_0L}{6R}$$

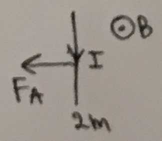




Значит на перемычки действует сила Ампера

$$F_A = IBL = \frac{B^2V_0L^2}{6R}$$

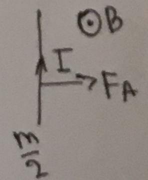
2) 2 з.Н для перемычки 1



$$F_A = 2ma_1$$

$$a_1 = \frac{F_A}{2m} = \frac{B^2L^2V_0}{12mR}$$

3) 2 з.Н. для перемычки 2



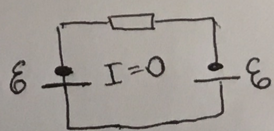
$$F_A = \frac{m}{2}a_2$$

$$a_2 = \frac{2F_A}{m} = \frac{B^2L^2V_0}{3Rm} = 4a_1$$

Вторая перемычка начинает двигаться и на её концах возникает ЭДС $\mathcal{E}_{i2}$
$\mathcal{E}_{i2} = Bv(t)L$
Через продолжительное время $\mathcal{E}_{i2}$ компенсирует ЭДС первой перемычки и тока в контуре нет => $\vec{F_A} = \vec{R} = m\vec{a} = \vec{0}$ => перемычки двигаются с постоянной скоростью. Т.к. ЭДС обоих перемычек равны => их скорости равны

$v = V_0 - a_1 t$ — для 1 перемычки

$v = a_2 t$ — для 2 перемычки



$V_0 - a_1 t = a_2 t$; $V_0 - a_1 t = 4a_1 t \Rightarrow t = \frac{V_0}{5a_1}$

$$v = V_0 - \frac{a_1 V_0}{5a_1} = \frac{4}{5}V_0$$

4) $l_1 = \frac{V_0^2 - v^2}{2a_1} = \frac{9V_0^2}{50a_1}$ $\qquad l_2 = \frac{v^2}{2a_2} = \frac{v^2}{8a_1} = \frac{2V_0^2}{25a_1}$

$$\Delta l = l_1 - l_2 = \cancel{\frac{13V_0^2}{50a_1}} = \cancel{\frac{13V_0^2}{50}\cdot\frac{12mR}{B^2L^2V_0}} = \cancel{\frac{78V_0 mR}{25B^2L^2}}$$

$$\Delta l = \frac{V_0^2}{10a_1} = \frac{V_0^2}{10}\cdot\frac{12mR}{B^2L^2V_0} = \frac{6mV_0R}{5B^2L^2}$$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{B^2L^2V_0}{12mR}$; 2) $v = \frac{4}{5}V_0$; 3) $\Delta l = \frac{6mV_0R}{5B^2L^2}$

№5

Вариант 11-04

Чистовик. Лист 3

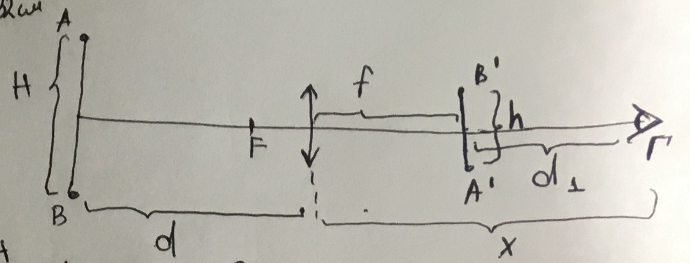
$F = 24$ см
$H = 9$ см
$d = 96$ см
$d_1 = 24$ см

Найти:
x - ?
$D_м$ - ?
l - ?

1) $d > F$ => изображение действ.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{24 \cdot 96}{72} = 32$ см

$x = d_1 + f = 32 + 24 = 56$ см



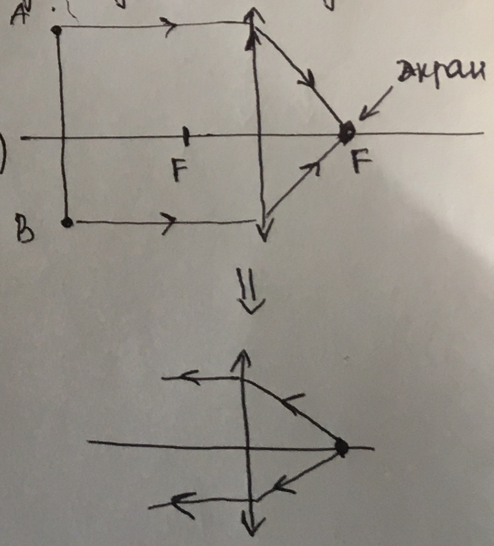
2) Линза дает поперечное увеличение: $\Gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{h}{H}$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} \Rightarrow h = \Gamma H = \frac{FH}{d-F}$ ~~размер~~

Чтобы наблюдатель видел всё изображение: $D_м \geq h$, где D - диаметр линзы

$D_м = h = \frac{FH}{d-F} = \frac{24 \cdot 9}{72} = 3$ см

3) Все лучи проходящие через линзу, ~~проходят через фокус~~ пересекают главную оптическую ось на фокусном расстоянии. Значит, если в этой точке поместить препятствие, то лучи не смогут пройти дальше, они отразятся и выйдут обратно как параллельный пучок света (со стороны диафрагмы). Изображение не будет. ~~Ответ~~ Экран нужно поместить ~~в фокусе~~ на расстоянии $l = F = 24$ см по другую сторону линзы ~~от~~ от предмета, т.е. между линзой и изображ.



Ответ: 1) $X = 56$ см; 2) $D_м = 3$ см;
3) $l = 24$ см (между линзой и изображением) (экраном)

Черновик

$v = V_0 - a_1 t$

$v = a_2 t$

$V_0 - a_1 t = a_2 t$

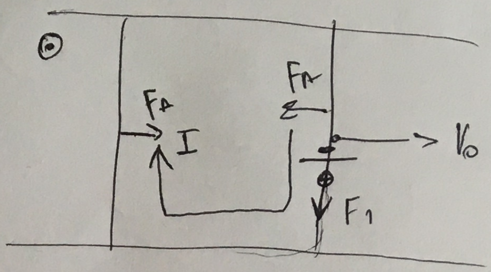
$V_0 = 5 a_1 t$

$t = \frac{V_0}{5 a_1}$

$v = V_0 - \frac{V_0}{5} = \frac{6}{5} V_0$

$l_2 = \frac{v^2}{2 a_2} = \frac{3 \cdot 36 V_0}{2 \cdot 5 B^2 l^2} \cdot R$

$l_1 = \frac{v^2 - V_0^2}{-a_1}$



$\frac{5 G \cdot E^2}{2 \cdot 36} + \frac{G \cdot 25 E^2}{2 \cdot 36} = \frac{5 G E^2}{12}$ $\quad 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25}$

$v = V_0 - a_1 t$

$v = a_2 t$

Черновик

Черновик

№3

$C_2 = C$

$C_1 = 5C$

E, R

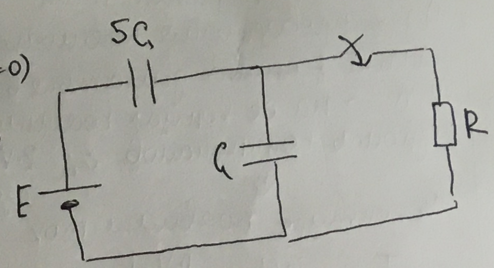
I_{R0}

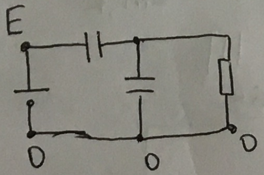
Q – ?

I_{R1} – ?

1) Сразу после замыкания: $(t=0)$ напряжение на конденсаторах скачком не изменится $\Rightarrow U_{C1}(0) = 0$

$U_{C2}(0) = 0$





$$\frac{5C \cdot E^2}{36 \cdot 2} + \frac{C \cdot 25E^2}{36 \cdot 2} = \frac{55CE^2}{72}$$

$$\frac{C5 \cdot E^2}{2 \cdot 36} + \frac{C \cdot 25E^2}{2 \cdot 36}$$

$$\frac{U_2}{R} R = C U_2' + 5C U_1'$$

$$\frac{U_2}{R} R = \frac{C \Delta U_2}{\Delta t} + 5C(E - U_2)' = \frac{C \Delta U_2}{\Delta t} - \frac{5C \Delta U_2}{\Delta t}$$

$I_0 = C U_2' = C \frac{\Delta U_2}{\Delta t}$ $\qquad I = 5C U_1' = 5C$

$I_2 = \frac{U_2}{R}$