Часть 1

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

Шифр: **21202013**

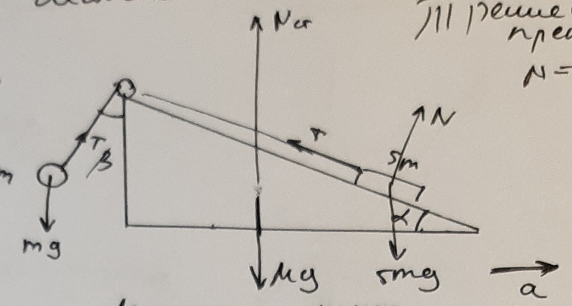
ID профиля: **333359**

Вариант 8

Вариант 11-08 · Чертёж · D/п. 1 Т1

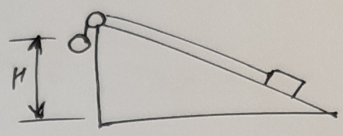
Трением пренебрегаем

1) В начале шарик удерживают неподвижным относительно клина на высоте H.



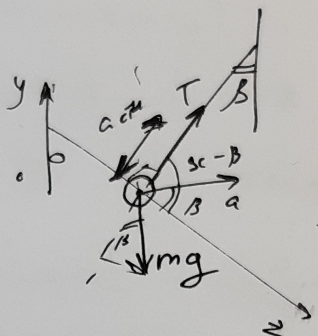
M – масса клина

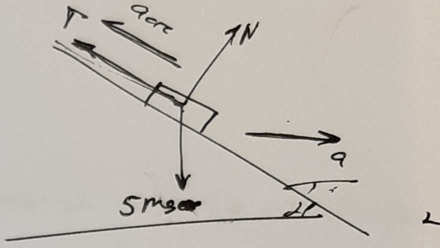
Начальное положение



После шарик и брусок придут в движение, приобретя aотн (отн-но клина). Очевидно, что aотн будет направлено по нити (нить параллельна клину), а движение отн-но клина брусок повторяет ~~шарика~~ (относительно нити).

Т.к. шарик достигнет земли, то aотн направлено вниз по нити для „○", вверх для „□" (следует из нерастяжимости нити).





2) Теперь спроецируем 2зн на ось ox и oy

T ~~mgcos... = ...~~

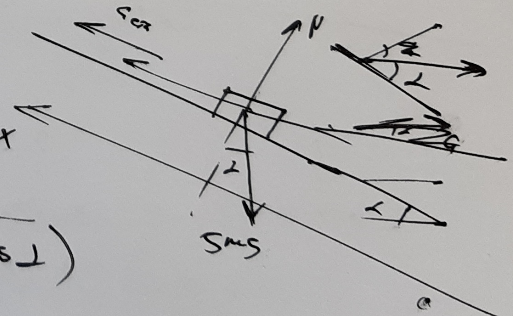
Теперь на ось oz: ($oz \perp ox$)

$mg\sin\beta = ma\cos\beta \Rightarrow a = g\,tg\beta$. Мы нашли ускорение клина.

(Важно отметить, что $\bar{a}_{абс} = \bar{a} + \bar{a}_{отн}$, ускорение a шарик приобретает, т.к. является частью системы „...")

Итак, $a_{кл} = g\,tg\beta$.

Теперь проделаем то же самое для бруска на ось ox:



$T - 5mg\sin\alpha = 5m(a_{отн} - a\cos\alpha)$

Теперь можно объединить это ур-е с ур-ем для шарика:

$$\begin{cases} T - 5mg\sin\alpha = 5m(a_{отн} - a\cos\alpha) \\ mg\cos\beta - T = ma_{отн} \end{cases}$$

$\Downarrow T = mg\cos\beta - ma_{отн}$

$(mg\cos\beta - ma_{отн}) - 5mg\sin\alpha = 5ma_{отн} - 5ma\cos\alpha$

$6ma_{отн} = mg\cos\beta - 5mg\sin\alpha + 5ma\cos\alpha$

$6ma_{отн} = mg\cos\beta - 5mg\sin\alpha + 5mg\,tg\beta\cdot\cos\alpha$.

$6ma_{отн} = mg(\cos\beta - 5\sin\alpha + 5\,tg\beta\cos\alpha)$

$a_{отн} = \frac{g}{6}(\cos\beta - 5\sin\alpha + 5\,tg\beta\cos\alpha)$

21202013 (U333359 M1265997)

3) Итак, $a = a_{кл} = g\,tg\,\beta$

На ось Oy:

$T\cos\beta - mg = m a_{от}\cos\beta.$

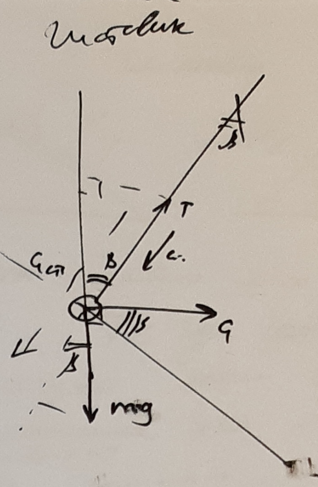
Для бруска ранее мы получили:

$T - 5mg\sin\alpha = 5m(a_{от} - a\cos\alpha)$

Из тригонометрии следует, что:

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

$\cos\beta = \frac{5}{13},\quad \sin\beta = \frac{12}{13},\quad tg\,\beta = \frac{12}{5}.$



Решаем систему:

$$\begin{cases} T - 5mg\sin\alpha = 5m(a_{от} - a\cos\alpha) \\ T\cos\beta - mg = m a_{от}\cos\beta \quad |:\cos\beta \end{cases}$$

$-\left(T - \frac{mg}{\cos\beta}\right) = m a_{от}$, где $T = 5mg\sin\alpha + 5ma_{от} - 5ma\cos\alpha$

$\cancel{5mg\sin\alpha + 5ma_{от} - 5ma\cos\alpha = \frac{mg}{\cos\beta} + (ma_{от})(-1)}.$

$\cancel{5mg \cdot \frac{4}{5} + 5ma_{от} - 5ma \cdot \frac{3}{5} = \frac{13mg}{5} + ma_{от}}$

$\cancel{6ma_{от} = \frac{13mg}{5} + 3ma - 4mg}$, $a = g\,tg\,\beta = g \cdot \frac{12}{5}.$

$\cancel{4ma_{от} =}$

$$\begin{cases} T = 5mg\sin\alpha + 5ma_{от} - 5ma\cos\alpha \\ mg - T\cos\beta = ma_{от}\cos\beta \end{cases}$$

$T = \frac{mg}{\cos\beta} - ma_{от}$

$\frac{mg}{\cos\beta} - ma_{от} = 5mg\sin\alpha + 5ma_{от} - 5ma\cos\alpha$

$\frac{13mg}{5} - ma_{от} = 5mg \cdot \frac{4}{5} + 5ma_{от} - 5ma \cdot \frac{3}{5}$

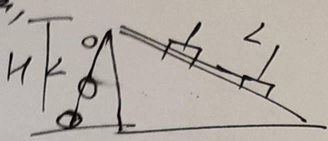
$6ma_{от} = \frac{13mg}{5} - 4mg + 3ma$

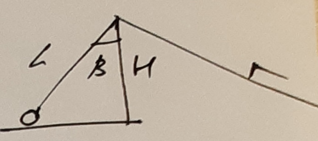
$6ma_{от} = \frac{13mg}{5} - 4mg + \frac{3mg \cdot 12}{5}$

$\cancel{6ma_{от} = \frac{23}{5}mg - \frac{20mg}{5} = \frac{3}{5}mg}$

$6ma_{от} = \frac{49mg}{5} - \frac{20mg}{5} = \frac{29}{5}mg$

$$\boxed{a_{от} = \frac{29}{30}g}$$

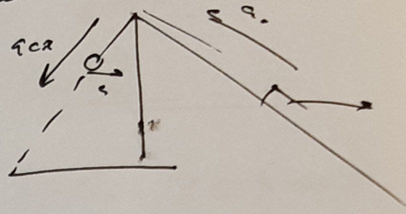




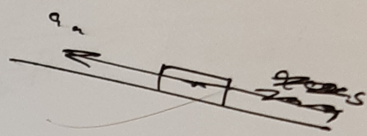
4) Т.к. нить нерастяжима, то при достижении пола брусок сместится на ст-ко клина таким образом, что длина спущенной части нити равна его „пути" от нач. стояния.

(L = $L = \frac{H}{\cos\beta}$. (из геометрии). Т.е. этот путь L пройдёт брусок.

Т.к. в самом начале ~~ускорение~~ скорость (ν, □) = 0, то ТС можно перейти в СО клина, дабы посчитать перемещения.



В СО клина „□" ускорен $a_{ст}$ вдоль клина.



Тогда $L = \frac{a t^2}{2}$, где

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a_{ст}}} = \sqrt{\frac{2L \cdot 30}{29 g}} =$$

$$= \cancel{\sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot \frac{5}{13} \cdot 30}{29 g}}} = \cancel{\sqrt{\frac{3 \cdot 100 \cdot H}{13 \cdot 29}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{\cos\beta} \cdot \frac{30}{29 g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 13}{5} H \cdot \frac{30}{29 g}} = \sqrt{\frac{156 H}{29 g}}$$

Ответ: 1) $a = g \operatorname{tg}\beta = g \cdot \frac{12}{5}$

2) $a_{ст} = \frac{29}{30} \cdot g$

3) $t = \sqrt{\frac{156 H}{29 \cdot g}}$.

~~Э~~ 2) Теперь – –

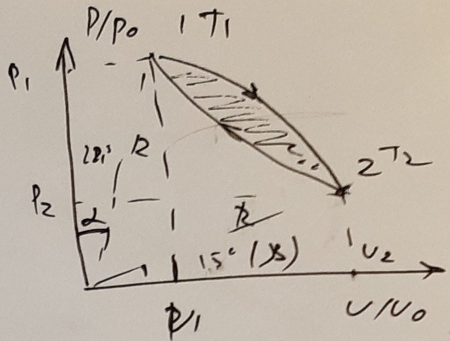
шаблон

№2.

1) Газ двухатомный $\Rightarrow$ $\underline{i = 5}$

Требуется найти $\frac{T_2 - T_1}{T_2}$.

(Пусть $\angle\alpha = 22,5°$, $\angle\beta = 15°$)



$\frac{P_1}{P_0} = R\cos\alpha$, $\frac{V_1}{V_0} = R\cdot\sin\alpha$

А $\cancel{\frac{P_2}{P_0} = R\cos\beta}$, $\cancel{\frac{V_2}{V_0} = R\cdot\sin\beta}$.

Тогда $R\cdot\cos\beta = \frac{V_2}{V_0}$, $R\cdot\sin\beta = \frac{P_2}{P_0}$. (см. черт.)

Теперь запишем Менд.-Кл. для этих точек:

$$P_1V_1 = \nu RT_1,\quad P_2V_2 = \nu RT_2 \Rightarrow \frac{\nu RT_2}{\nu RT_1} = \frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \cancel{(P_0\cdot R\cos\alpha)} =$$

$$= \frac{P_0\cdot R\sin\beta}{P_0\cdot R\cos\alpha}\cdot\frac{V_0\cdot R\cdot\cos\beta}{V_0\cdot R\cdot\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{2}P_0V_0\cdot(2\sin\beta\cos\beta)}{\frac{1}{2}P_0V_0\cdot(2\cos\alpha\cdot\sin\alpha)} =$$

$$= \frac{\sin 2\beta}{\sin 2\alpha} = \frac{\sin\cdot 25°}{\sin 30°} = 2\sin 25°$$

(22,5·2)

~~Тогда $\frac{T_2 - T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$, где $\frac{T_2}{T_1} = 2\sin 25° \Rightarrow$~~ $\frac{T_1}{T_2} = 2\sin 25°$

~~Тогда $1 - \frac{1}{2\sin 25°} = \frac{2\sin 25° - 1}{2\sin 25°}$.~~

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{1}{2}P_0V_0\cdot 2\sin\beta\cos\beta}{\frac{1}{2}P_0V_0\cdot 2\sin\alpha\cdot\cos\alpha} = \frac{\sin 2\beta}{\sin 2\alpha} = \frac{\sin 30°}{\sin 45°}$$

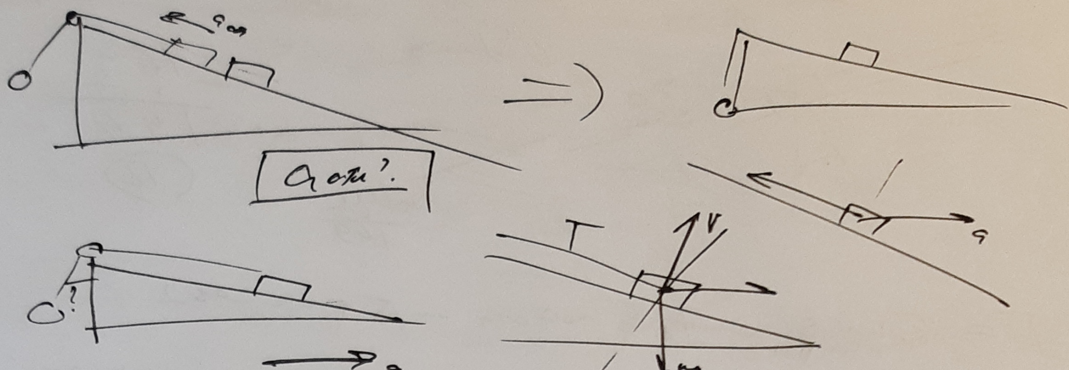
$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt2}{2}} = \frac{1}{\sqrt2},\ \text{где}\ \boxed{\frac{T_1}{T_2} = \sqrt2}.$$

Получаем, что $\frac{T_2 - T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = \boxed{1 - \sqrt2}$

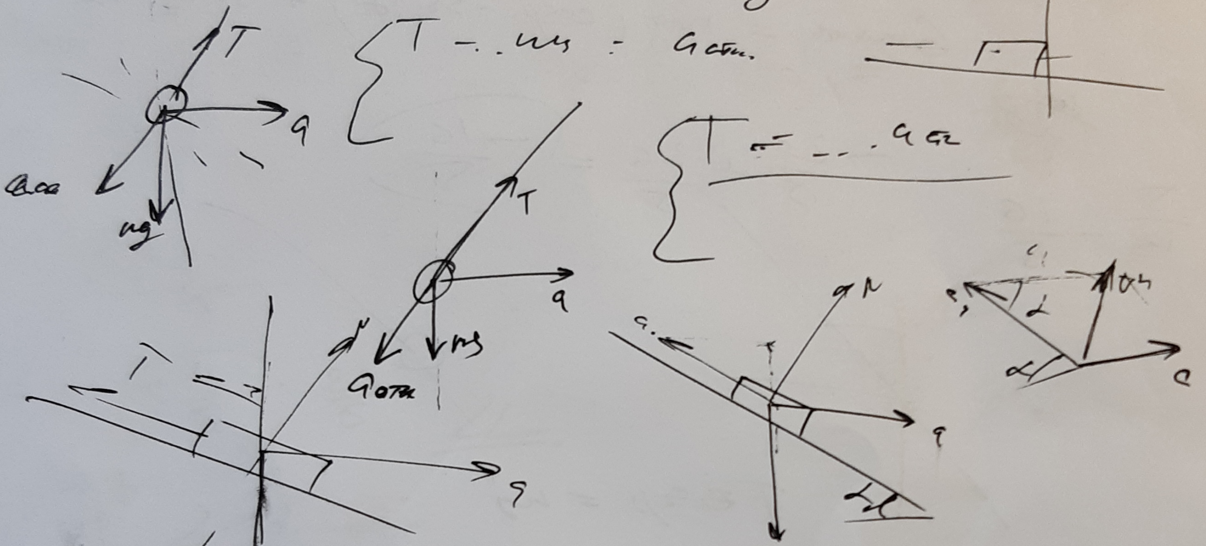
2) Запишем связь p и V:

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 =$$

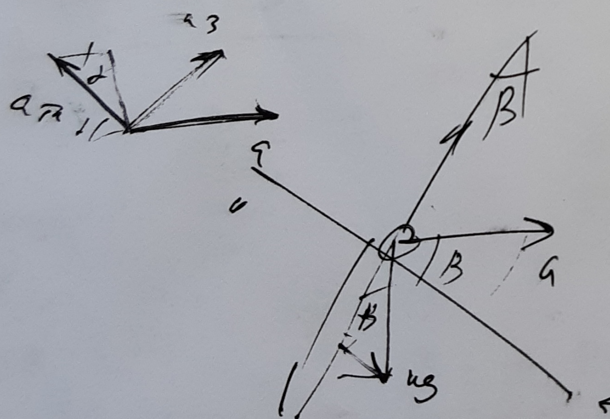
Черновик



В проек! плоскости. $T - mg\sin$



$T - mg\sin\alpha = m a_3.$



$a\cos\beta = mg\sin\beta$

2) Теперь займемся тригонометрией:

~~Угловой~~ ~~$\alpha < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha \quad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$.~~

~~$\cos\alpha = \frac{4}{5}. \quad tg\alpha = \frac{3}{4}$.~~

$\beta < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{25}{165}} = \frac{12}{13}$

$\cos\beta = \frac{5}{13}, \quad \sin\beta = \frac{12}{13}$

$tg\beta = \frac{12}{5}$.

$\alpha < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-(\frac{3}{5})^2} = \frac{4}{5}$. тогда

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{4}{3}$, $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

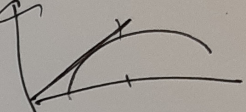
$C_{отн} = \frac{9}{6}\left(\frac{5}{13} - \cancel{5}\cdot\frac{4}{\cancel{5}} + \cancel{8}\cdot\frac{12}{\cancel{8}}\cdot\frac{3}{5}\right) =$

$= \frac{9}{6}\left(\frac{5}{13} - 4 + \frac{36}{5}\right) = \frac{9}{6}$

$\frac{p}{p_0} = ?$

$\frac{p_0 \cancel{v}}{v_0} =$

$\frac{3mg\cdot 12}{5} \quad \frac{36-13}{5} = \frac{23}{5}$

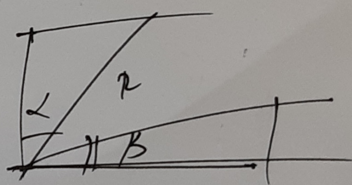


$5\frac{4}{5}; \quad \frac{29}{6} \quad 2L$

$p^2 + v$ $\quad p^2 + v^2 = const$

$2\cdot H\cdot\frac{5}{13}$

$\frac{2\cdot\frac{5}{13}\cdot 30}{29} \quad \frac{3\cdot 100}{13\cdot 29}$



$R\cos\beta = \frac{v}{v_0}$

$L\cos\beta = H \quad \frac{\frac{2L}{\cos\beta}}{\frac{5}{13}}$

$\frac{26}{\cancel{5}}\cdot\frac{\overset{6}{\cancel{30}}}{29}$

$R\cos\alpha = P_1$

$P_2 = P_0 \cdot R\sin$

H

$\cos\beta = \frac{5}{}$ $\quad \frac{13}{6}$

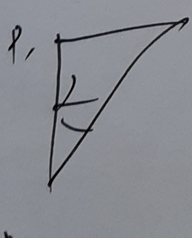
$P_1 = P_0 \cdot R\cos\alpha$

$P_2 = P_0 \cdot R\sin\alpha$

$V_1 = V_0 \cdot R\sin\alpha$

$V_2 \cdot \cos\alpha$

$\frac{2\cdot 2 T_2}{}$ $\quad \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P^2}{P_0}$



$Q = 0$;

$0 = dA + \frac{3}{2}dU$

$dA = -dU$

$\frac{T_1}{T_2}$ $\quad pdV = -\frac{5}{2}\nu R dT$

$p^2 + V^2 = const$

21202013 (U333359 M1265997)

Часть 2

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

Шифр: **21202013**

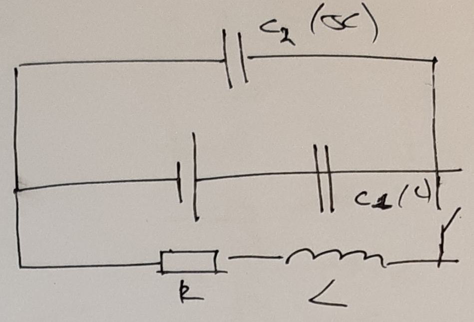
ID профиля: **333359**

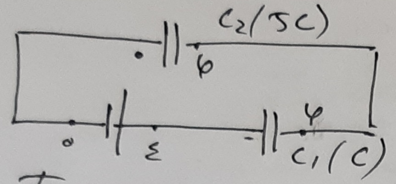
Вариант 8

№3

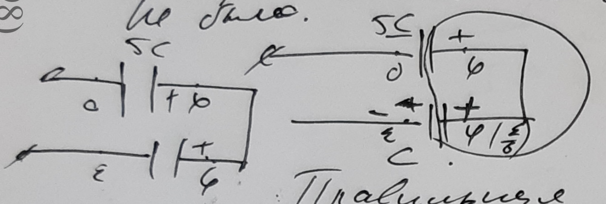
Чистовик

1) Рассмотрим цепь до замыкания ключа:





Пользуясь методом узловых потенциалов расставим потенциалы (МУП). До включения в цепь конденсаторы хранились в спец. ящиках и зарядов на них не было.



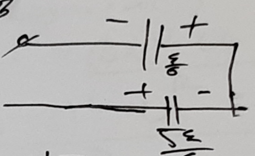
Заряд в изол. области сохраняется. (Полярность предположим)

$$+5C(\varphi-0)+C(\varphi-\varepsilon)=0$$

$$5\varphi+\varphi-\varepsilon=0$$

$$\varphi=\frac{\varepsilon}{6}.$$

Правильные полярности тогда:

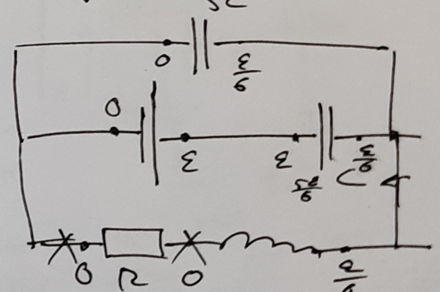


$U_{C_1}=\varepsilon-\frac{\varepsilon}{6}=\frac{5\varepsilon}{6}$

$U_{5C}=0-\frac{\varepsilon}{6}=\frac{\varepsilon}{6}$

2) ~~Iз~~ $U_L=L\frac{dI}{dt}$, где $\frac{dI}{dt}$ — и есть скорость изм-ие тока.

Рассмотрим цепь сразу после ✗ к:



Сразу после ✗ к ток через ─ не идет, а нап-ие сохраняется.

С помощью МУПа определим, то $U_L=\frac{\varepsilon}{6}-0=\frac{\varepsilon}{6}$.

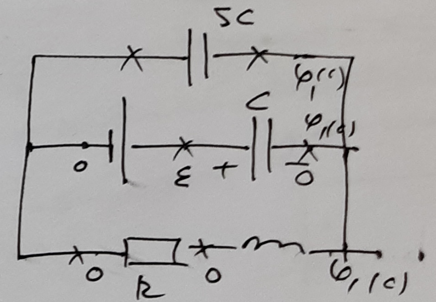
Тогда $\frac{\varepsilon}{6}=L\cdot I'$; $\boxed{I'=\frac{\varepsilon}{6L}}$

3) Теперь рассмотрим конечное ~~…~~ состояние цепи:

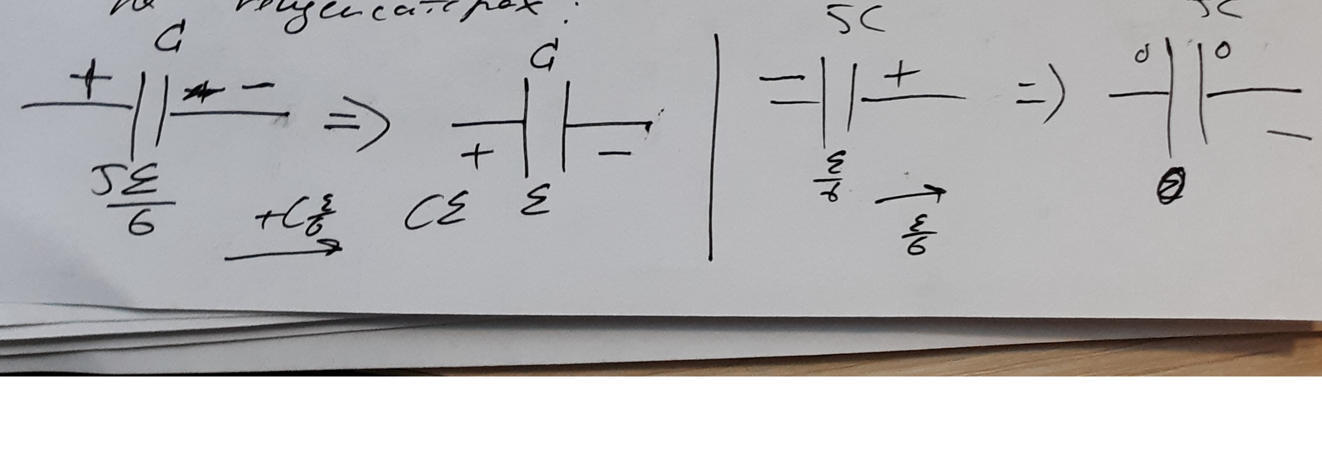
Тока в цепи не будет, т.к. при $U=const$ $I_C=0$.

Т.к. $I=const=0$, то и $U_L=0$.

Тогда $\varphi_1=0$, и напряжение на конденсаторах — ε и 0 соответственно.



Расс-им из-ие зарядов на конденсаторах:



Чистовик

2) Итак, к положительной обкладке C_1 конденсатора притекает заряд $C\frac{\varepsilon}{6}$, а с положительной обкладки C_2 конденсатора утекает заряд $5\frac{C\varepsilon}{6}$.

Запишем начальную и конечную энергии:

$$W_1 = \frac{5C\cdot\left(\frac{\varepsilon}{6}\right)^2}{2} + \frac{C\cdot\left(\frac{5\varepsilon}{6}\right)^2}{2} \qquad W_2 = 0 + \frac{C\varepsilon^2}{2}$$

$$(W_2 > W_1)$$

$A_{ист} = +\left(C\cdot\frac{\varepsilon}{6}\right)\varepsilon = \frac{C\varepsilon^2}{6}$. Запишем ЗСЭ:

$$\frac{C\varepsilon^2}{6} = \Delta W + Q = \frac{C\varepsilon^2}{2} - \frac{C}{2}\left(\frac{5\varepsilon^2}{36} + \frac{25\varepsilon^2}{36}\right) + Q$$

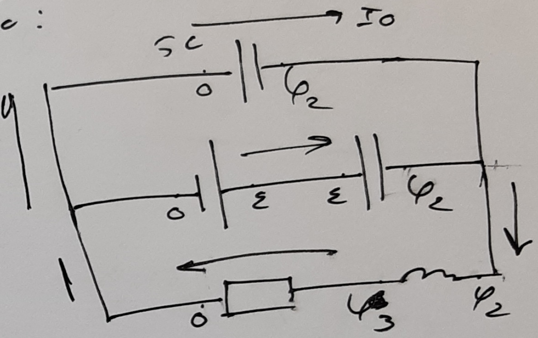
$$\frac{C\varepsilon^2}{6} = \frac{C}{2}\varepsilon^2 - \frac{C}{2}\cdot\frac{30}{36}\cdot\varepsilon^2 + Q$$

$$\frac{C\varepsilon^2}{6} = \frac{C}{2}\cdot\frac{1}{6}\varepsilon^2 + Q$$

$$Q = \frac{C\varepsilon^2}{6} - \frac{C\varepsilon^2}{12} = \frac{C\varepsilon^2}{12}.$$

$$\boxed{Q = \frac{C\varepsilon^2}{12}}$$

4) Теперь рассмотрим цепь в момент, когда через C_2 течет ток I_0:



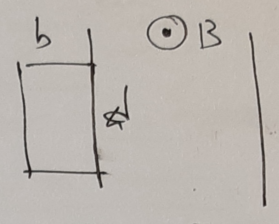
1) $I' = \frac{\varepsilon}{6L}$

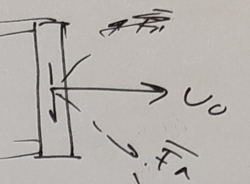
2) $Q = \frac{C\varepsilon^2}{12}$

N24

Чистовик

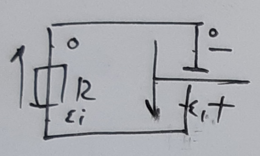
1) Как только рамка войдёт в поле $\overline{B}$, поле $\overline{B}$ начнёт действовать на одну её сторону. Тогда на заряды, находящиеся внутри, начнёт действовать сила Лоренца. Её продольная проекция создаст в „П" ЭДС самоиндукции.





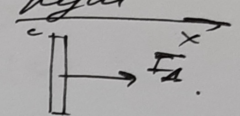
$\mathcal{E}_i = Bv_0 L \sin 90^\circ = Bv_0 L$, (где $L = d$).

Теперь „П" можно заменить на батарейку:



$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$. Тогда теперь на „П" будет действовать сила Ампера. $F_A = BIL \sin 90^\circ = BIL$

По правилу левой руки определим, что

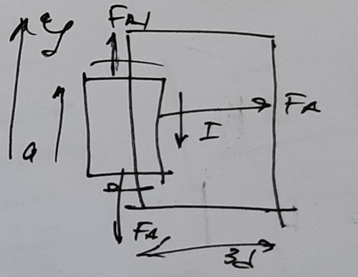


$F_A = BL \cdot \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{BL}{R} \cdot Bv_0 L = \frac{(BL)^2 \cdot v_0}{R}$. По 2зН на ox:

$ma = \frac{(BL)^2 \cdot v_0}{R} = \frac{(B \cdot d)^2 \cdot v_0}{R}$.

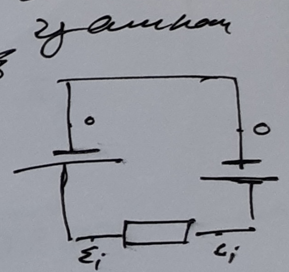
$$\boxed{a = \frac{B^2 d^2 \cdot v_0}{m \cdot R}}$$

2) Теперь рассмотрим процесс: Параллельные участки рамки уже нельзя представить как батарейки, их вектор перемещения коллинеарен вектору скорости.



Силы Ампера равны с гетеро на на них не влияют. и действие на Oy.

~~Тогда пока левая часть рамки не зайдёт в поле, движение будет равноускоренным. Тогда v_1, $b = \frac{at^2}{2}$ ... $v_1 = at = v_T$ ... после этого ... Полностью. После вхождения рамки в поле уравнения уже левую часть можно представить ещё одной батарейкой ... тогда их конструкции ... где тогда в итоге не будет т. к. „П" будет двигаться по инерции.~~



Шестовик

2) $v_0 t + \frac{at^2}{2} = S = b$ (при вхождении всей рамки в поле.)

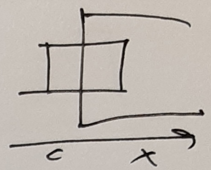
! Пока левая часть не вошла в поле $\vec{B}$, на „□" действует F_A с...

$F_A = BId = \frac{(Bd)^2 \cdot v_0}{R}$, т.е. $F_A \neq$ const

$A_{F_A} = \int F_A\, ds = \int F_A \cdot v\, dt$. Можно записать ЗИЭ:

$A_{F_A} = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$ — где v_1 — скорость, с которой рамка войдет в $\vec{B}$.

$A_{F_A} = \int F_A \cdot v\, dt$; Запишем 2ЗН на ось Ox



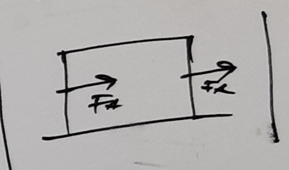
$\frac{(Bd)^2 \cdot v_0}{R} = m \cdot \frac{dv}{dt} \;\Big|\cdot dt$

$\frac{(Bd)^2 \cdot \overbrace{v\,dt}^{ds}}{R} = m \cdot dv$. Теперь проинтегрируем.

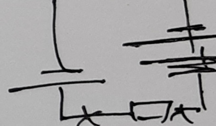
$\frac{(Bd)^2}{R} \int ds = m \int dv$, где $\int ds = b = \frac{2d}{3}$

$\frac{(Bd)^2}{R} \cdot \frac{2d}{3} = m(v_1 - v_0)$

$\frac{2B^2d^3}{3Rm} + v_0 = \underline{v_1}$. С этой скоростью влетает.

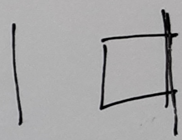


3) ~~Движение с ...~~, левую часть алюминия заменим на „$\frac{-}{|+}$".

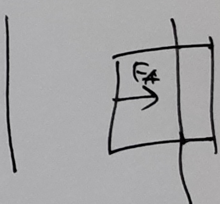


Пока в рамке не будет ⇒ $\boxed{F_A = 0}$

Движение без ускорения! Тогда по инерции, и к концу поля скорость тело удалится $\vec{B}$ будет иметь ту же v_1. $v_1 = v_0 + \frac{2B^2d^3}{3Rm}$.



4) После того, как правая часть выйдет из поля B, мы получим процесс, аналогичный тому, что был в самом начале.



На рамку снова будет действовать сила Ампера $F_A = \frac{(Bd)^2 v}{R}$. Тогда пишем 2ЗН:

Чистовик

$$\frac{(Bd)^2 \cdot v}{R} = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$\int \frac{(Bd)^2 \cdot v\,dt}{R} = \int m \cdot dv$$

$$\frac{(Bd)^2}{R} \cdot \int ds = m \int dv$$, где $\int ds = \frac{2d}{3}$, а $\int dv = (v_2 - v_1)$

$$\frac{(Bd)^2}{mR} \cdot \frac{2d}{3} = (v_2 - v_1)$$

$$v_2 = v_1 + \frac{2B^2 d^3}{3Rm}$$

$$v_2 = v_0 + \frac{4B^2 d^3}{3Rm}.$$

Ответ:

1) $a = \frac{B^2 d^2 \cdot v_0}{m \cdot R}$

2) $v_1 = v_0 + \frac{2B^2 \cdot d^3}{3Rm}$

3) $v_2 = v_0 + \frac{4B^2 d^3}{3Rm}.$

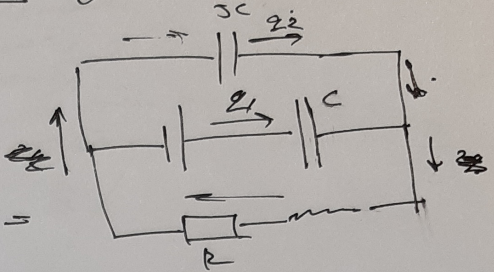
Рассмотрим первый конденсатор: ...

$-C\frac{5\varepsilon}{6} \Rightarrow -C\varepsilon$ Т.е. к ... ушел заряд $-C\frac{5\varepsilon}{6} - C\varepsilon = C\frac{\varepsilon}{6}$.

К правой обкладке „пришел" заряд $C\frac{\varepsilon}{6}$.

Расс-им второй конденсатор: $5C$

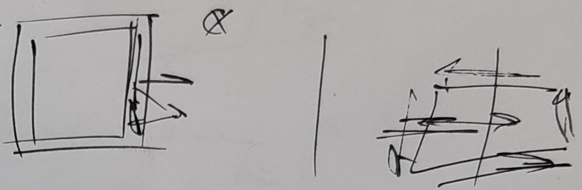
$-5C\frac{\varepsilon}{6} \;||\; +5C\frac{\varepsilon}{6} \Rightarrow 0 \;||\; 0 \rightarrow$ ушел заряд $C\frac{\varepsilon}{6}$.



~~Работа источника: ...~~

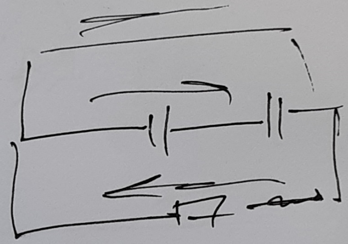
C —||— $5C$ ушел заряд $5C\frac{\varepsilon}{6}$!

$A_{ист} = \varepsilon\left(-5C\frac{\varepsilon}{6} + C\frac{\varepsilon}{6}\right) = -\varepsilon\cdot\frac{2\varepsilon}{3} = -\frac{2\varepsilon^2}{3}$.



Герловин

$C\dot{U} = I$



$U_\Sigma = \mathcal{E}$

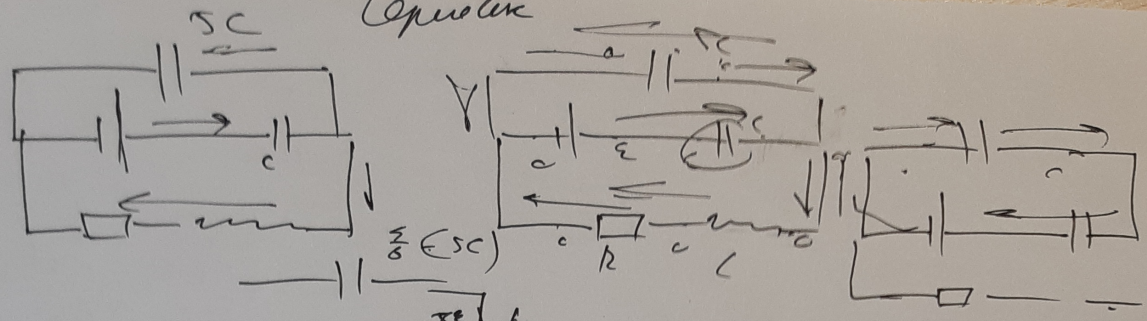
$C\frac{du}{dt} = I$;   ~~$\dot{u} = \frac{I}{C}$~~ $\dot{u} = \frac{I}{C}$

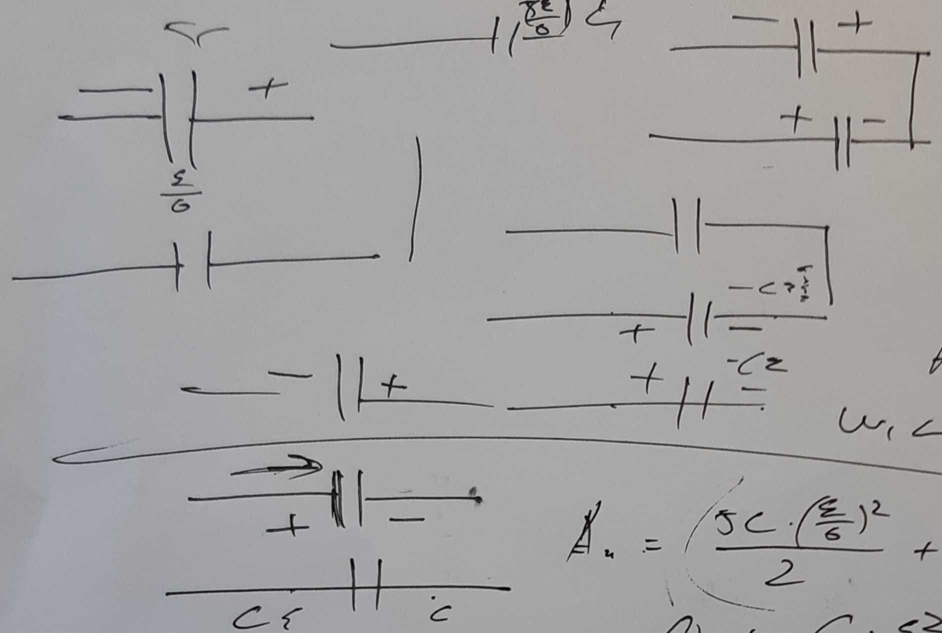
~~$5C\frac{du}{dt} = \varepsilon$~~

$Cu = q$; $u = \frac{q}{C}$ $du = \frac{I\,dt}{C}$

$5C(\varphi_2 - 0)$ .....

Черновик





$\Delta c = 0;$

$A = W_2 - W_1 + Q$

$W_1 < W_2$

$A_u = \left(\frac{5C \cdot \left(\frac{\varepsilon}{6}\right)^2}{2} + \frac{C \cdot \left(\frac{5\varepsilon}{6}\right)^2}{2} = \right)$

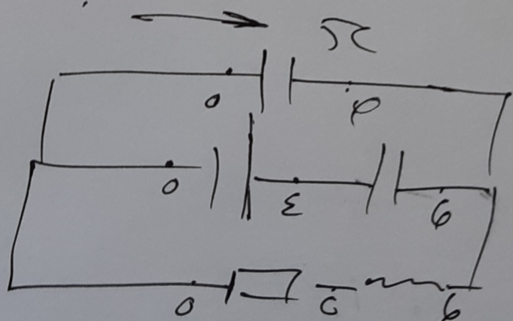
$0 + \frac{C \cdot \varepsilon^2}{2}$

$\cancel{C\varepsilon}$ $Q +$ $\frac{5\varepsilon^2}{36} + \frac{25\varepsilon^2}{36} =$

$\frac{3c\varepsilon^2}{36} < C\varepsilon^3$

$\frac{C\varepsilon^2}{2} - ;$

I_0



$\frac{C \cdot \varepsilon^2}{6} -$

$\frac{0 - \varphi}{R} = I;$