Часть 1

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

Шифр: **21201344**

ID профиля: **344862**

Вариант 8

Чистовик. Лист №2

$$a_{отн} = \frac{g}{6}\left(\frac{13}{5} + \frac{3\cdot 12}{5} - 4\right) = \frac{g}{6}\left(\frac{29}{5}\right) \approx \frac{29}{30} g \approx 9{,}67 \text{ м/с}^2$$

$a_{отн} \approx 9{,}67$ м/с²

Т.к. клин движется горизонтально, то на движение по оси Oy будет влиять только вертикальная составляющая относительного ускорения $a_{отн}$.

Т.к. оно постоянно, то можно воспользоваться кинематикой равноускор. движения. $V_0 = 0$ $\Rightarrow$ $H = \frac{a_{отн}\cos\beta \cdot t^2}{2}$ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cdot\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{\left(\frac{g}{6} + \frac{5}{6}\cos\alpha\cdot g\sin\beta - \frac{5}{6} g\sin\alpha\cos\beta\right)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{\frac{29}{30} g \cdot \frac{5}{13}}} = \sqrt{\frac{780H}{145g}} \approx 2{,}32\sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $a = g\,tg\beta = \frac{12}{5} g \approx 24$ м/с²; 2) $a_{отн} = \frac{g}{6}\left(\frac{1}{\cos\beta} + 5\cos\alpha\, tg\beta - 5\sin\alpha\right)$ $= \frac{29}{30} g \approx 9{,}67$ м/с²; 3) $t = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cdot\cos\beta}} = \sqrt{\frac{156H}{29g}} \approx 2{,}32\sqrt{\frac{H}{g}}$

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

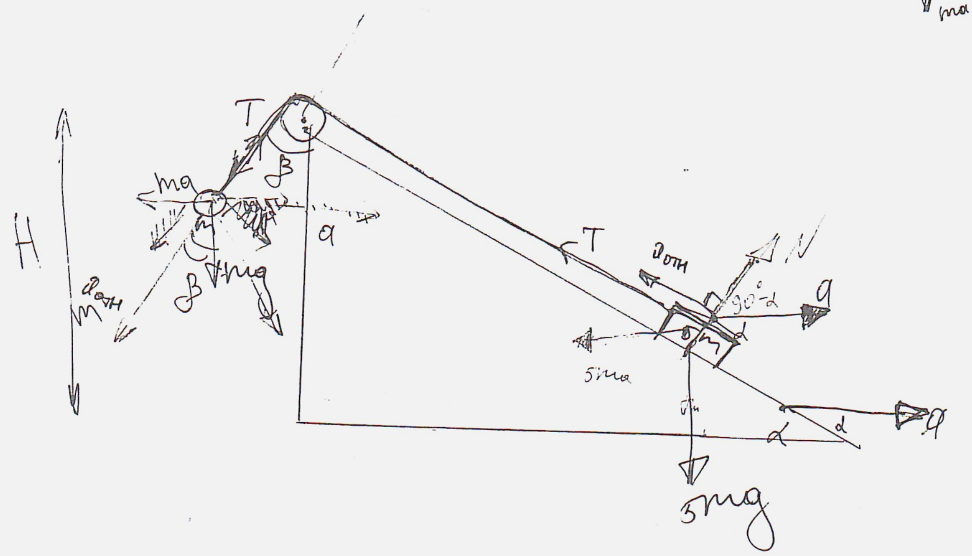
m $\boxed{5m}$

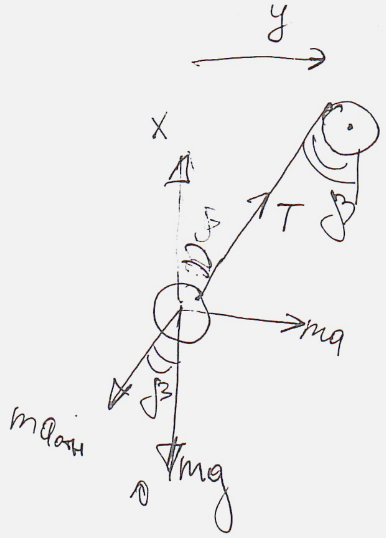
H; $\cos\beta = \frac{5}{13}$

1) a – ?

2) $a_{отн}$ – ?

3) t – ?





1. 2ЗН: Ox: $\cancel{mg}$

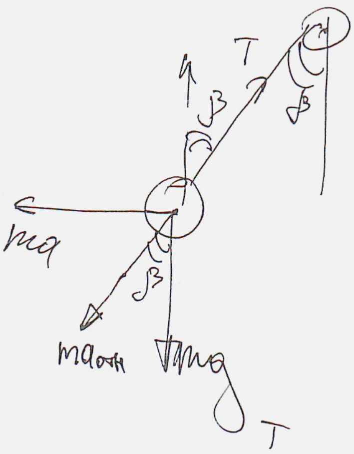
$ma_{отн}\cdot\cos\beta = mg - T\cos\beta$

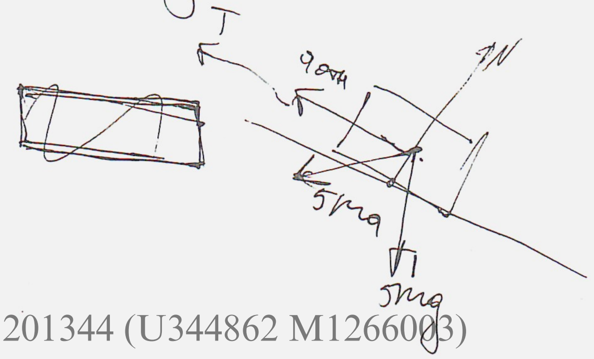
Oy: $ma = T\sin\beta$

Решаем в Неинерцион. системе отсчёта:

$$\begin{cases} ma_{отн}\cdot\cos\beta = mg - T\cos\beta \\ ma_{отн}\cdot\sin\beta = ma - T\sin\beta \end{cases}$$

ma





м

м/с²

21201344 (U344862 M1266003)

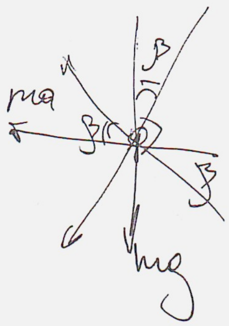
$ma_{отн}\sin\beta = ma - T\sin\beta$

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

$$tg\beta = \frac{ma - T\sin\beta}{mg - T\cos\beta}$$

$tg\beta\ (mg - T\cos\beta)\cdot tg\beta = ma - T\sin\beta$

$\frac{si}{cos}$



$ma\cos\beta = mg\sin\gamma$

$36+13-20$

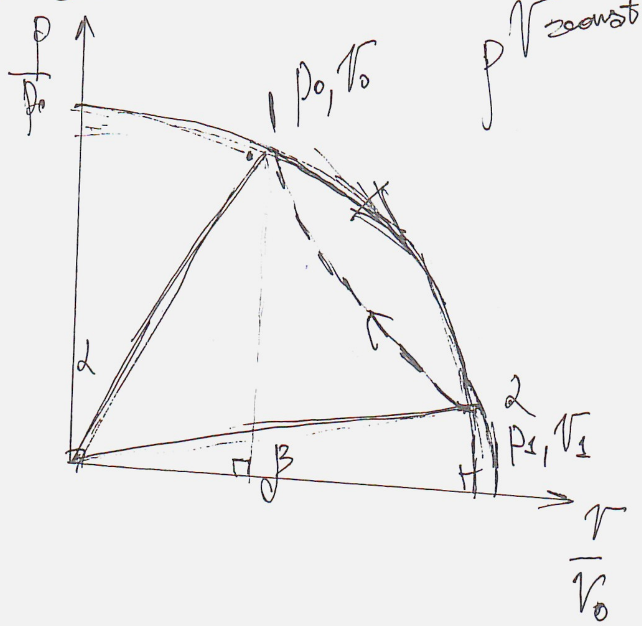
29

29

$C_v = \frac{5}{2}R$

$\frac{i}{2}R \quad i = 5$

$C_p = \frac{7}{2}R$

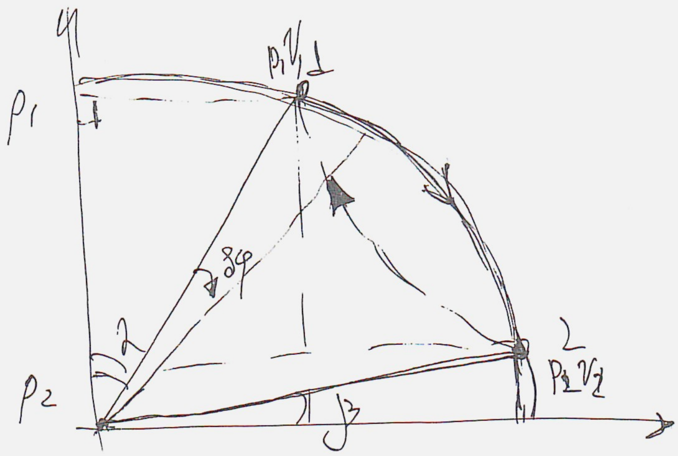


$pV = const$

$p_1V_1 = \nu R T_1$
$p_2V_2 = \nu R T_2$

$Q_{12} = \Delta U_{1-2} + A_{12}$

$0 = \Delta U_{2-1} + A_{21}$



$pV^{\alpha} = const$

$p^3 V^5 = A$

$\alpha = \frac{C_{21} - C_p}{C_{21} - C_v} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{7}{5}$

$\alpha = \frac{0 + \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R}$

$pV^{\frac{7}{5}} = const$
$p^5V^7 = const$

$C = \frac{\delta Q}{\nu \Delta T} \quad \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$

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

$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = T_1 \qquad C = \frac{\delta Q}{\nu \Delta T}$

Чистовик. Лист №3

№2

Дано:

$C_V = \frac{5}{2}R$

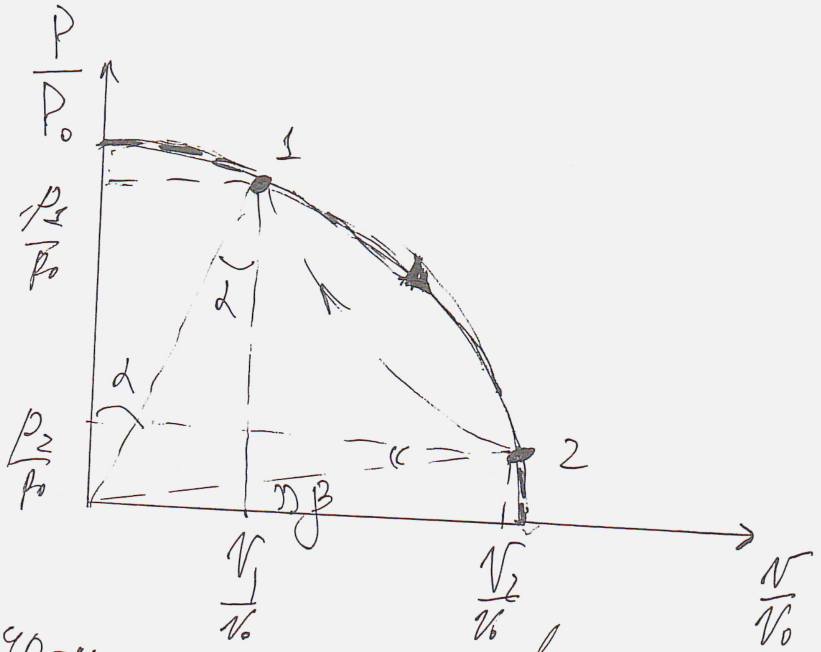
$\alpha = 22{,}5^\circ$

$\beta = 15^\circ$

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

2) $\gamma;\ C = 0$

3) $\eta - ?$



Запишем ур-ие состояния в т. 1 и 2.

$p_1 V_1 = \nu R T_1$. Т.к. оси подобраны так, что это окружность и оси безразмерны, то

$p_2 V_2 = \nu R T_2$.

$$\frac{p_1^2}{p_0^2} + \frac{V_1^2}{V_0^2} = \frac{p_2^2}{p_0^2} + \frac{V_2^2}{V_0^2}$$

$\frac{p_1}{p_0} \operatorname{tg}\alpha = \frac{V_1}{V_0}$; $\frac{V_2}{V_0} \operatorname{tg}\beta = \frac{p_2}{p_0}$;

Из геометрии:

$$\boxed{\frac{V_2}{V_0 \cos\beta} = \frac{p_1}{p_0 \cos\alpha}}$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

$$\boxed{\frac{V_1}{V_0 \sin\alpha} = \frac{p_2}{p_0 \sin\beta}}$$

$\frac{p_1}{V_2} = \frac{p_0 \cos\alpha}{V_0 \cos\beta}$; $\frac{V_1}{p_2} = \frac{V_0 \sin\alpha}{p_0 \sin\beta}$

$$\boxed{\frac{p_1}{V_2} \cdot \frac{V_1}{p_2} = \frac{\cos\alpha \sin\alpha}{\cos\beta \sin\beta} = \frac{T_1}{T_2}}$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{\cos\alpha \sin\alpha}{\cos\beta \sin\beta} - 1 = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos\beta \sin\beta} = \frac{\sin 7{,}5^\circ}{\cos 15^\circ \sin 15^\circ} \approx \frac{2\sin 7{,}5^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$\frac{T_1-T_2}{T_2} = \frac{2\sin 7{,}5^\circ}{\sin 30^\circ} = 4\sin 7{,}5^\circ \approx 0{,}52$$

В общем виде: $\dfrac{T_1-T_2}{T_2} = \dfrac{2\sin(\alpha-\beta)}{\sin 2\beta} \approx 0{,}52.$

Рассмотрим бесконечно малый процесс: $\dfrac{\Delta p}{p} + \dfrac{\Delta V}{V} = \dfrac{\Delta T}{T}$

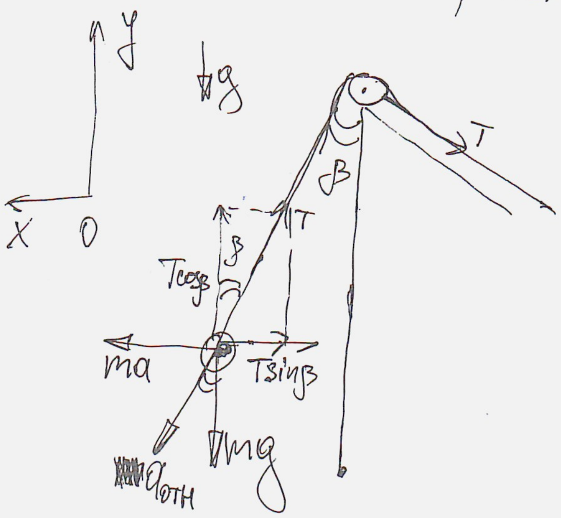
$C = \dfrac{\delta Q}{\nu \Delta T}$; $\delta Q = A + \dfrac{5}{2}\nu R \Delta T$

Ответ: 1) $\dfrac{T_1-T_2}{T_2} = \dfrac{2\sin(\alpha-\beta)}{\sin 2\beta} \approx 0{,}52$

№1. Чистовик. Лист №1

Дано:
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$
$m; 5m$
$H; \cos\beta = \frac{5}{13}$
1) a - ?
2) $a_{отн}$ - ?
3) t - ?

Перейдём в неинерциальную С.О., связанную с клином. К каждому телу добавляется сила инерции. Из-за нерастяжимости нити в этой С.О. ускорение бруска равно ускорению грузика по модулю ($a_{отн}$) и направлено вдоль нити.
Рассмотрим шарик:



Второй закон Ньютона:

$Ox: m a_{отн} \sin\beta = ma - T\sin\beta \quad (1)$

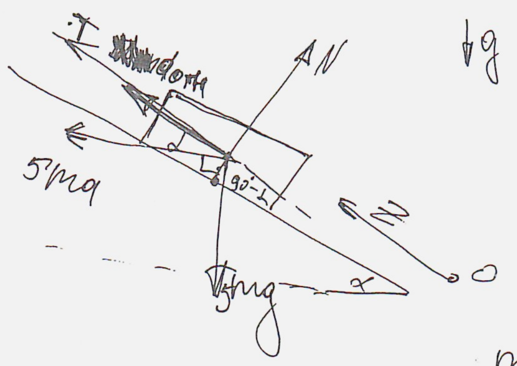
$Oy: -m a_{отн} \cdot \cos\beta = -mg + T\cos\beta$

$m a_{отн} \cdot \cos\beta = mg - T\cos\beta \quad (2)$

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

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

Рассмотрим брусок



2З.Н.:

$Oz: 5m a_{отн} = T + 5ma\cos\alpha - 5mg\sin\alpha \quad (3)$

(1):(2)

$$tg\beta = \frac{ma - T\sin\beta}{mg - T\cos\beta}$$

$$mg\,tg\beta - T\sin\beta = ma - T\sin\beta$$

$$mg\,tg\beta = ma \Rightarrow \underline{a = g\,tg\beta} = g\cdot\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = g\cdot\frac{12}{5} \approx 24\ м/с^2$$

Из (2): $T = \frac{mg - m a_{отн}\cdot\cos\beta}{\cos\beta} = \frac{mg}{\cos\beta} - m a_{отн}$

Подставим в (3): $5m a_{отн} = \frac{mg}{\cos\beta} - m a_{отн} + 5ma\cos\alpha - 5mg\sin\alpha$

$6 a_{отн} = \frac{g}{\cos\beta} + 5a\cos\alpha - 5g\sin\alpha$; $\underline{a_{отн} = \frac{g}{6\cos\beta} + \frac{5}{6}\cos\alpha\cdot g\,tg\beta - \frac{5}{6}g\sin\alpha}$

21201304 (U344862 M1266003)

Часть 2

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

Шифр: **21201344**

ID профиля: **344862**

Вариант 8

Чистовик. Лист №1

№3

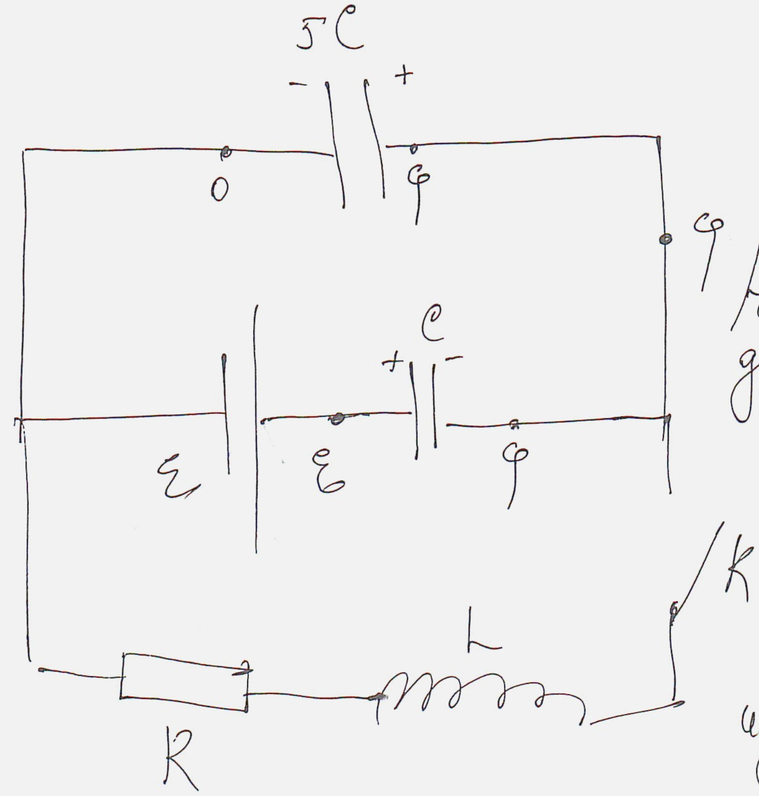
$C_1 = C$; $C_2 = 5C$

1) $I_L' - ?$

2) $Q - ?$

3) $I_0 = I_C$;

Метод потенциалов



Рассмотрим цепь до замыкание ключа.

Ток через катушку не идёт.

Т.к. конденсаторы изначально незаряженны, то по закону сохранение заряда: $0 = -C(\mathcal{E}-\varphi) + 5C\varphi$

$\Rightarrow \varphi = \frac{\mathcal{E}}{6}$. Тогда $U_{C1} = \mathcal{E} - \varphi = \frac{5}{6}\mathcal{E}$.

$U_{C2} = \varphi - 0 = \frac{1}{6}\mathcal{E}$.

Рассмотрим цепь сразу после замыкание ключа и запустим в этот момент время. Пусть $t_{уст}$ – время, через которое цепь придёт в установившееся состояние.

$q = CU \Rightarrow I_C = CU'$, т.к. $C = const$

$U_L = L I_L'$

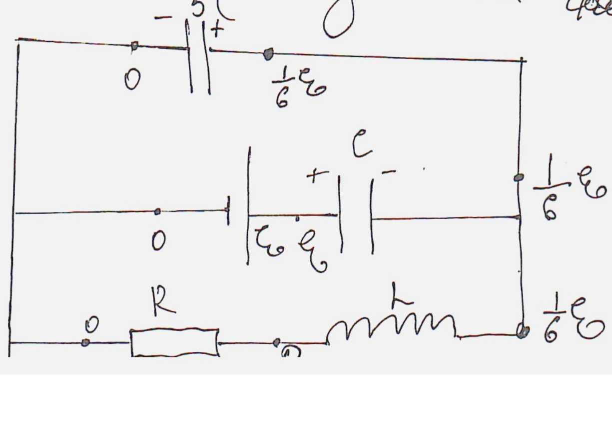
$\Rightarrow$ ток на катушке не изменится скачком.

Напряжение на конденсаторе тоже не изменится скачком.

Тогда, $U_{C1}(0) = U_{C1} = \frac{5}{6}\mathcal{E}$

$U_{C2}(0) = U_{C2} = \frac{1}{6}\mathcal{E}$

$I_L(0) = 0$



21201344 (U344862 M1266004)

Лист №2. Чистовик

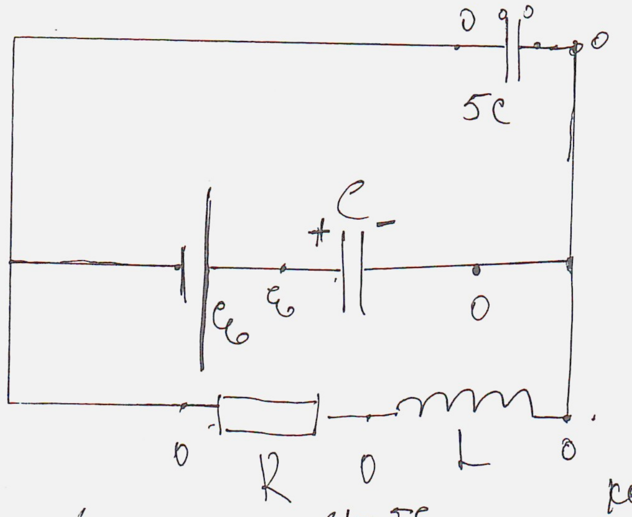
Т.к. тока через катушку нет, то его нет и через резистор. Тогда $U_L(0)=\frac{1}{6}\mathcal{E}_0$. $U_L(0)=LI'(0) \Rightarrow I'(0)=\frac{U_L(0)}{L}=\frac{1\cdot\mathcal{E}_0}{6\cdot L}$

$\underline{I'(0)=\frac{\mathcal{E}_0}{6L}}$. $W(0)=\frac{CU_{c1}^2}{2}+\frac{5CU_{c2}^2}{2}+\frac{LI_L^2}{2}=\frac{C}{2}\frac{25}{36}\mathcal{E}_0^2+\frac{5C\cdot 1\mathcal{E}_0^2}{2\cdot 36}=\frac{30C\mathcal{E}^2}{72}$

Рассмотрим цепь в установившемся состоянии. (момент времени $t_{уст}$)

Т.к. $I_L(t_{уст})=const$, то $U_L=LI'(t_{уст})=0$ $U_L(t_{уст})=0$

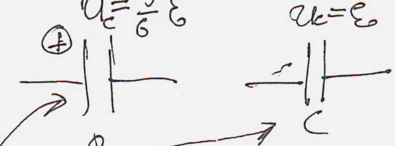
На конденсаторах напряжение постоянно, следовательно, через них токи не текут. $I_{c1}(t_{уст})=0$; $I_{c2}(t_{уст})=0$



Получается, тока в схеме нет вовсе. $U_{c2}(t_{уст})=0$; $U_{c1}(t_{уст})=\mathcal{E}_0$

$W(t_{уст})=\frac{C\mathcal{E}_0^2}{2}$

Рассмотрим, как изменился заряд на левой обкладке конденсатора C_1 за время от 0 до $t_{уст}$:



был: $+C\frac{5}{6}\mathcal{E}$

стал: $+C\mathcal{E}$ $\Rightarrow$ протёк заряд $+\frac{1}{6}C\mathcal{E}$ — такой же заряд протёк через источник $\mathcal{E}_0$. По закону сохранения энергии от $t=0$ до $t_{уст}$

Чистовик; лист №3

$A_б = W(t_{уст}) - W(0) + Q$

$A_б = +\mathcal{E} \cdot \frac{1}{6} C\mathcal{E} \Bigg| \Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{6} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{15}{36} C\mathcal{E}^2 + Q$

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

Рассмотрим момент

Ответ: 1) $I' = \frac{\mathcal{E}}{6L}$; 2) $Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{12}$

21201344 (U344862 M1266004)

Чистовик. Лист №4

№4

m, d

$b = \frac{2d}{3}$

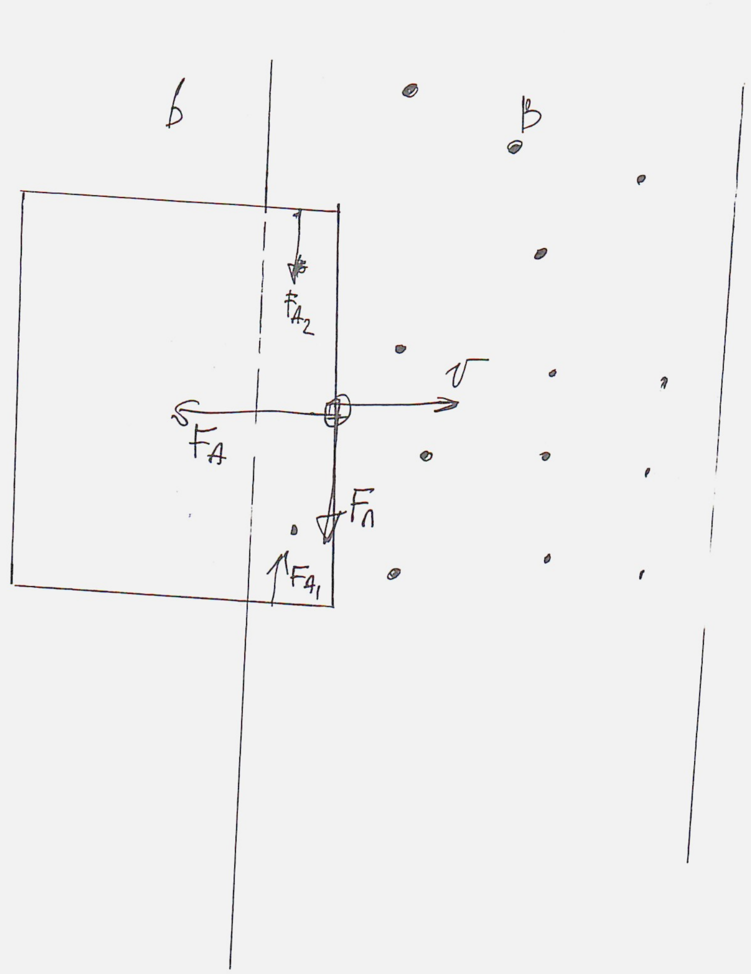
v_0, R

$B.\ H = 3d$

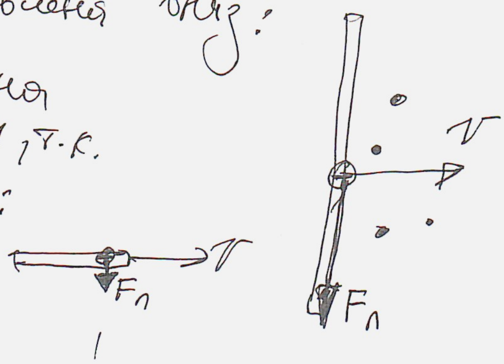
$a_0 - ?$

$v_1 - ?$

$v_2 - ?$

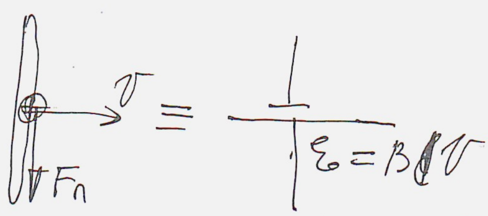


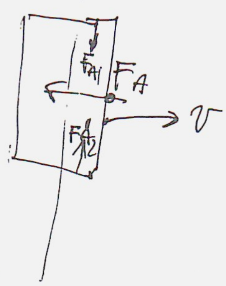
После входа правой стороны рамки в поле на заряды в ней начинает действовать сила Лоренца.
По правилу левой руки она направлена вниз:



Горизонтальные части не двигают заряды, т.к. силы, действующие на них, направлены перпендикулярно стенкам:
В контуре начинает течь ток.
По второму закону Ньютона:

$$ma_0 = BdI$$

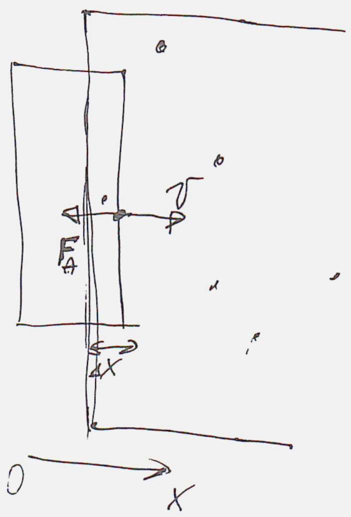




$F_{A_1} = F_{A_2}$ (взаимоуничтожаются) (т.к. стержень нерастяжимый)

Тогда $I = \frac{\mathcal{E}_0}{R} = \frac{Bdv}{R} \Rightarrow a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$ – такое ускорение будет у рамки сразу после входа её правой стороны в поле

Чистовик. лист №5



Рассмотрим заезд в поле на расстояние ΔX.

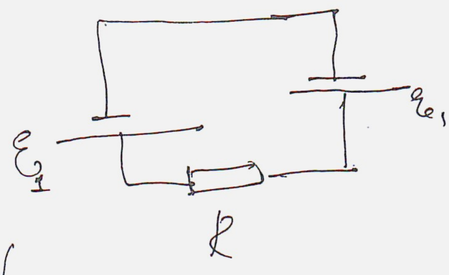
$ma = Bd \cdot I$

$ma = \frac{B^2 d^2 V}{R}$. $-\frac{m\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{B^2 d^2 V_x}{R} \Rightarrow -m\Delta V_x = \frac{B^2 d^2 \overbrace{V_x \Delta t}^{\Delta x}}{R}$ (*)

Просуммируем * за время вхождения: $m(V_0 - V_B) = \frac{B^2 d^2 \cdot b}{R}$

$\Rightarrow V_B = \frac{mV_0}{m} - \frac{B^2 d^2 \cdot 2d}{3 \cdot R m} = \frac{mV_0}{m} - \frac{2B^2 d^3}{3Rm}$

Когда левая сторона рамки войдет в поле, тогда по ней перестанет течь ток, т.к. цепь будет выглядеть так:

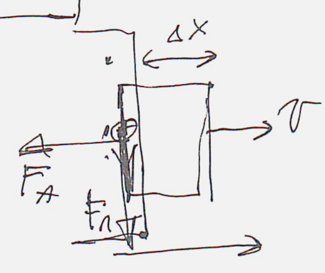


Тока нет $\Rightarrow$ на контур не действуют силы со стороны поля. Тогда он движется равномерно прямолинейно. т.е. $a = 0$

$\boxed{V_1 = V_B = const}$

Рассмотрим, когда контур будет выезжать:

Аналогично въезду:



$-ma_x = \frac{B^2 d^2 V_x}{R}$, $-m\Delta V_x = \frac{B^2 d^2 \Delta X}{R}$ $(*_1)$

Проинтегрируем (*1) за время въезда рамки:

$$m(V_1 - V_2) = \frac{B^2 d^2}{R} b$$

$$V_2 = V_1 - \frac{2B^2 d^3}{3R} = V_0 - \frac{4B^2 d^3}{3R}$$

Ответ: 1) Ускорение после вхождение правой стороны в поле

$a_0 = \frac{B^2 d^2 V_0}{mR}$ (если имелось ввиду вхождение всей рамки, то $a = 0$)

2) $V_1 = V_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{Rm}$

3) $V_2 = V_0 - \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3}{Rm}$

Чистовик. Лист №7

№5

$d = 25$ см

$\frac{D_1}{D_2} = 5$

1) x - ?

2) D_3 - ?

Пусть оптическая сила его глаза равна D. Т.к. глаз и очки расположены вплотную, то для системы „глаз + очки" можно складывать оптические силы. Т.к. человек близорукий, то он носит рассеивающие линзы в очках. Глаз — собирающая линза.

Очки для удалённых предметов: можно считать, что лучи идут параллельно главной оптической оси. $D_1 < 0$; $D_2 < 0$ — т.к. очки рассеивающие.

$|D_1| > |D_2| \Rightarrow F_2 > F_1$

Фокусное расстояние должно быть больше у очков для близких предметов. Т.е. D_2 — для 25 см

D_1 — для дальних предметов

$\frac{F_2}{F_1} = 5$

Для глаза ~~дальних~~ изображения предметов будут мнимыми.

По формуле тонкой линзы для глаза

(Параллельный пучок рассеивающая линза ~~собирает в фокусе~~ рассеет, чтобы продолжения были в фокусе)

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{F_1} + \frac{1}{f} \quad (1)$$

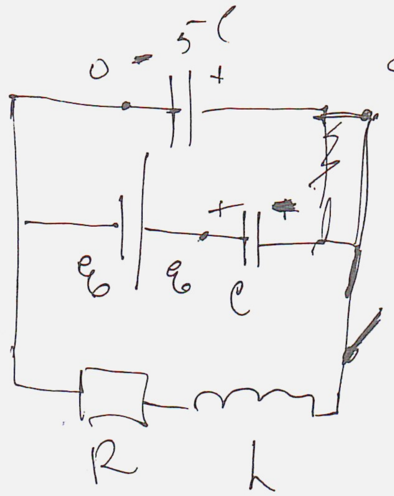
Когда расстояние $d = 25$ см:

$$D + D_2 = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (2) \qquad D = \frac{1}{F} \qquad D_2 = -\frac{1}{F_2}$$

Вычтем: (1) − (2)

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{F} + \frac{1}{F_2} = -\frac{1}{F_1} - \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = -\frac{1}{d} \Rightarrow$$

Чорновик. Лист



$\varphi\left(\frac{\varepsilon}{6}\right)$ Расмот

$0 = (\varepsilon_6 - \varphi)C + \varphi \cdot 5C$

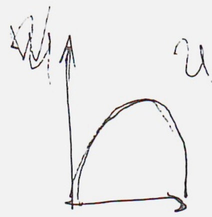
$5\varphi = \varepsilon_6 - \varphi$

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

$I_L' =$ ~~…~~

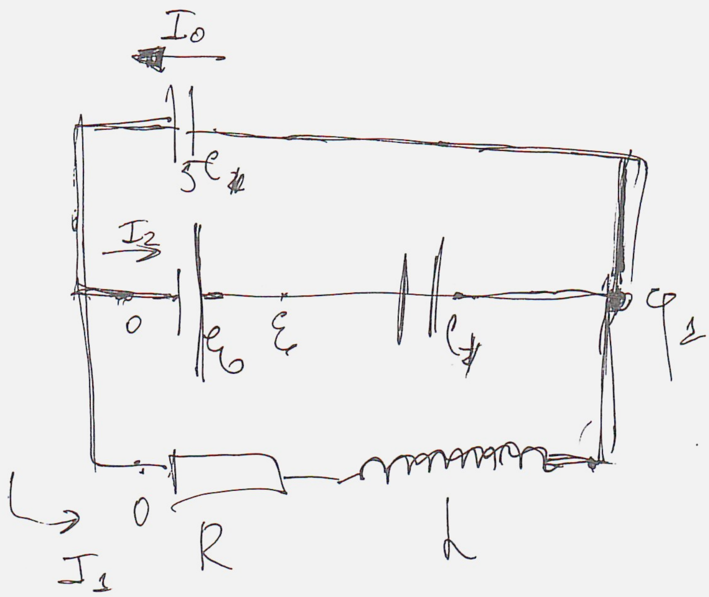
$U_L = I'L = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

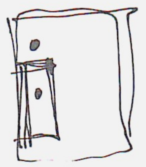
$\frac{6C\varepsilon^2}{36} - \frac{18C\varepsilon^2}{36} + \frac{15C\varepsilon^2}{36} = \varphi$



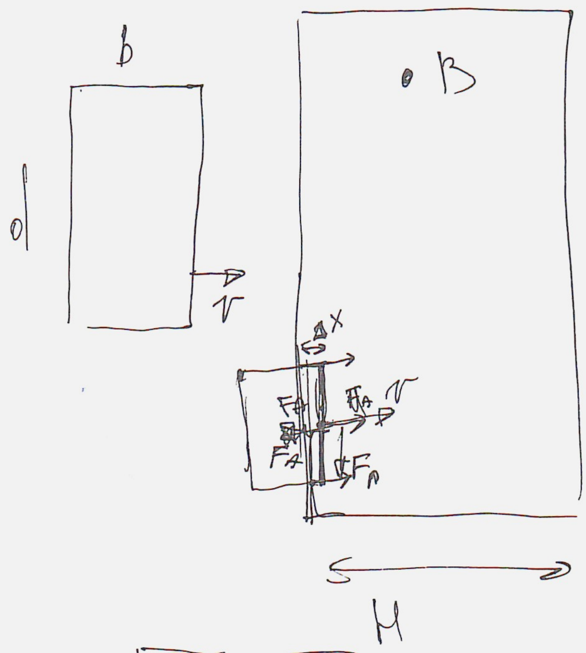
$\frac{3C\varepsilon^2}{36} = \frac{C\varepsilon^2}{R}$

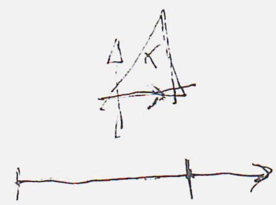
$5CI' = U$





$\alpha = 0$



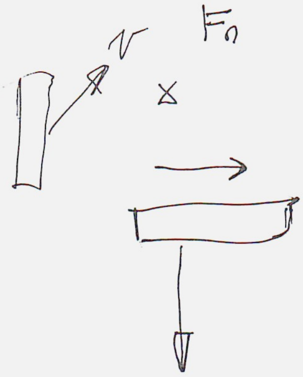


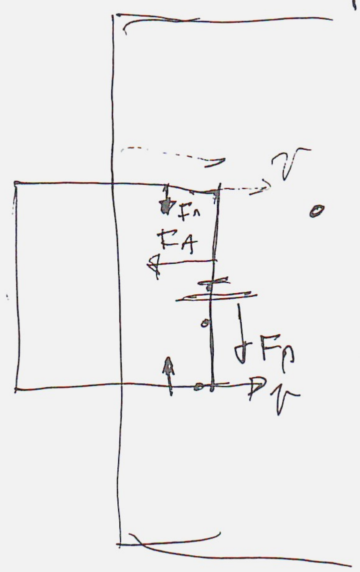
$F_A = B l v \sin\alpha$

$B l v \sin\alpha = \varepsilon$

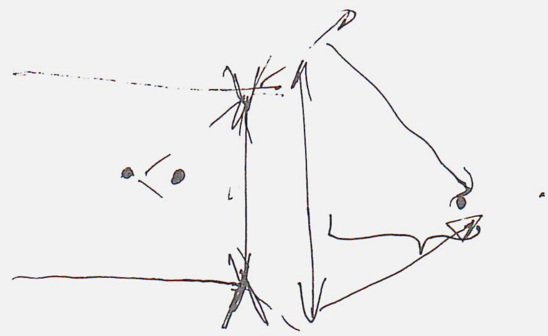
$B I l$

F_n

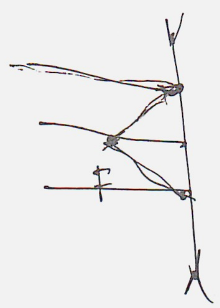




$\Phi_1 = \frac{1}{F}$ $F =$



$F_A = B l v$



21201344 (U344862 M1266004)