Часть 1

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

Шифр: **21200099**

ID профиля: **841548**

Вариант 5

Чистовик

№1. Дано:

$\cos\alpha = \frac{12}{13}$

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

$H, m, 13m$

1). a – ? 2). $a_{отн}$? 3). t ?

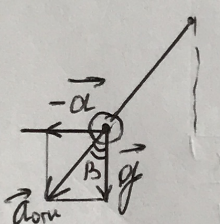
1). Для шарика по закону сложения скоростей

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер},$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер} \quad |:\Delta t$$

$$\frac{\vec{v}_{отн}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{абс}}{\Delta t} - \frac{\vec{v}_{пер}}{\Delta t},$$

$$\vec{a}_{отн} = \overset{\vec{g}}{\vec{a}_{абс}} - \overset{\vec{a}}{\vec{a}_{пер}}$$



$\vec{a}_{пер}$

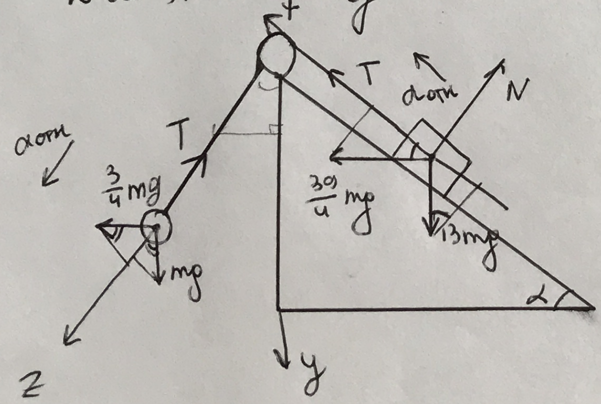
$$tg\,\beta = \frac{a}{g}, \quad a = g\,tg\,\beta$$

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

$$a = \frac{3}{4}g.$$

2). Перейдём в С.О. клина.

Для этого введём $\vec{F}_{ин} = -M\vec{a}$ → на брусок $F_{ин_1} = 13 \cdot \frac{3}{4}mg$ → на шарик $F_{ин_2} = m\frac{3}{4}g$



В силу нерастяжимости нити шарик двит. с $a_{отн}$ по 2 з. Ньютона

$$Oz:\ m a_{отн} = mg\cos\beta + \frac{3}{4}mg\sin\beta - T,$$

$$m a_{отн} = \frac{4}{5}mg + \frac{3}{4}\cdot\frac{3}{5}mg - T,$$

$$T = \frac{25}{20}mg - m a_{отн} = \frac{5}{4}mg - a_{отн}m.$$

$$Ox:\ 13 m a_{отн} = T + \frac{39}{4}mg\cos\alpha - 13mg\sin\alpha \Rightarrow a_{отн} = \frac{3}{8}g.$$

3). $\vec{H} = \frac{\vec{a}_{отн} t^2}{2}$.

$Oy: H = \frac{a_{отн} \cdot \cos\beta \, t^2}{2}$, $t = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн} \cos\beta}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot 8 \cdot 5}{3g \cdot 4}} =$

$2\sqrt{\frac{5}{3}\frac{H}{g}}$.

<u>Ответ.</u> 1). $a = \frac{3}{4}g$

2). $a_{отн} = \frac{3}{8}g$

3). $t = 2\sqrt{\frac{5H}{3g}}$.

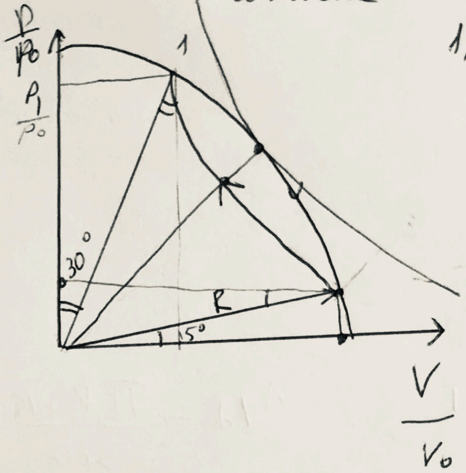
Чистовик

№2). Дано:

30°, 15°, график

1). $\frac{T_1}{T_2}$ 2). β

3). $\frac{A_y}{A_K}$ -?



1). по уравнению Менделеева-Клапейрона

$$\frac{pV}{T} = const \Rightarrow$$

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

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

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \cdot \frac{p_0 V_0}{p_2 V_2}.$$

из графика:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\cancel{R}\cos 30 \cancel{R}\sin 30}{\cancel{R}\cos 15 \cancel{R}\sin 15}\Bigg|\begin{matrix}\cdot 2\\ \cdot 2\end{matrix} \Rightarrow$$

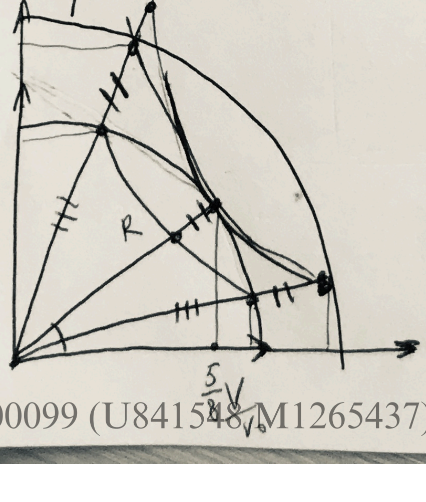
$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \sqrt{3}.$$

2). Такая точка есть, она находится в пересечении с графиком адиабаты (где $Q=0$).

По условию в процессе 2-1 $Q \to 0$, значит 21-адиабатный процесс.

т.к. газ одноатомный, то по уравнению Пуассона $pV^n = const$, где $n = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$.

$pV^{\frac{5}{3}} = const$



$$pV^{\frac{5}{3}} = p_0 V_0^{\frac{5}{3}},$$

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{-\frac{5}{3}}.$$

Ясно, что эта точка лежит так, что $V_x = \frac{5}{8}\frac{V}{V_0}$

$\cos 15 \approx \frac{V}{V_0 R}$ $\cos\beta = \frac{5V}{8V_0 R} = \frac{5}{8}\cos 15.$

$\beta = \arccos\left(\frac{5}{8}\cdot\cos 15\right).$

3). $A_y = A_{12} - A_{21}$

$A_{21} = -\Delta U_{21} =$

$\frac{3}{2}\left(R^2\left(\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{1}{4}\right)\right)$

$A_{12} = \frac{\pi R^2 \cdot 45}{360} - \frac{1}{2} \cdot R^2 \sin 30 \cos 30 +$

$\frac{1}{2} \cdot R^2 \sin 15 \cos 15 =$

$\frac{\pi R^2}{8} - \frac{1}{4} R^2 \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{4} R^2 \cdot \frac{1}{2}$.

$$\frac{A_y}{A_{12}} = \frac{\frac{\pi}{8} - \frac{\sqrt{3}+1}{8}}{\frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}-1}{4}} = \frac{\pi - \sqrt{3} + 1}{3\sqrt{3} - 3}.$$

<u>Ответ</u>. 1). $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$

2). $\beta = \arccos\left(\frac{5}{8} \cdot \cos 15\right)$.

3). $\frac{A_y}{A_{12}} = \frac{\pi - \sqrt{3} + 1}{3\sqrt{3} - 3}$.

Часть 2

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

Шифр: **21200099**

ID профиля: **841548**

Вариант 5

Чистовик.

№3). Дано:

$\varepsilon, C, 2C, L, R$

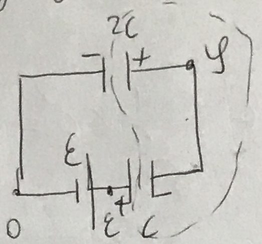
1). $\frac{dY}{dt}$ – ?

2). Q – ?

3). $Y_1 = Y_0$

Y_2 ?

1). • до замыкания

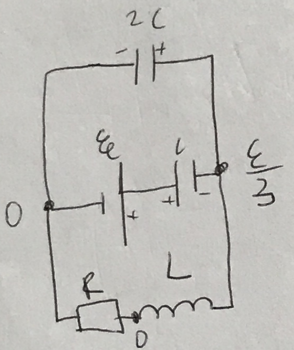


по закону сохр. заряда

$$2C\varphi = C(\varepsilon - \varphi),$$

$$\varphi = \frac{\varepsilon}{3}.$$

~~2)~~. • сразу после замыкания



ток на катушке скачком не изм и будет равен 0.

$\Rightarrow U_R = 0$

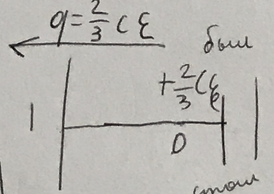
$$\varepsilon_i = \frac{\varepsilon}{3} = L\frac{dY}{dt},$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\varepsilon}{3L}.$$

2). ~~По закону~~ изм. энергии в эл. цепях

$$A_{ист} = \Delta W + Q$$

$q = \frac{2}{3}C\varepsilon$



был $+\frac{2}{3}C\varepsilon$

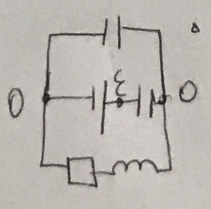
стал 0

$$A_{ист} = -\varepsilon q = -C\frac{2}{3}\varepsilon^2$$

$$-\Delta W = \frac{C\left(\frac{2}{3}\varepsilon\right)^2}{2} + \frac{2C\left(\frac{\varepsilon}{3}\right)^2}{2} = \frac{\frac{2}{3}C\varepsilon^2}{2} - \frac{C\varepsilon^2}{3}$$

$$Q = A_{ист} - \Delta W = -\frac{2}{3}C\varepsilon^2$$

2). В уст-м состоянии: 2C - разрядится через L.



$q = \frac{C\varepsilon}{3}$

$+\frac{2C\varepsilon}{3}$

$+C\varepsilon$

$$A_{ист} = q\varepsilon = \frac{C\varepsilon^2}{3}$$

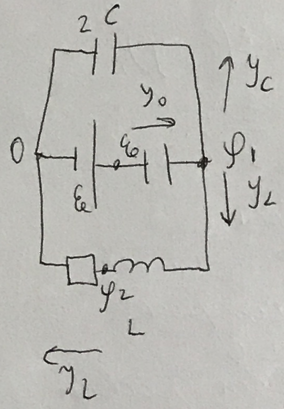
$$\Delta W = \frac{C\varepsilon^2}{2} - \left(\frac{C\,4\varepsilon^2}{9} + \frac{2C\varepsilon^2}{9}\right) = \frac{C\varepsilon^2}{6}.$$

по закону изм. энергии в электр-х цепях

$A_{ист} = \Delta W + Q,$

$$Q = A_{ист} - \Delta W = \frac{1}{3} C \mathcal{E}_e^2 - \frac{1}{6} C \mathcal{E}_e^2 = \frac{1}{6} C \mathcal{E}_e^2.$$

3).



$$\mathcal{Y}_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C(\mathcal{E} - \varphi_1)}{\Delta t}$$

$$\mathcal{Y}_C = \frac{q_1}{\Delta t} = \frac{2C\varphi_1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{Y}_L = \frac{q_2}{\Delta t} = \frac{\varphi_2}{R}. \quad \mathcal{E}_{e i} = \varphi_1 - \varphi_2 = L \cdot \frac{\mathcal{Y}_L}{\Delta t}$$

по закону сохр. заряда

$$\mathcal{Y}_L = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)\Delta t}{L}$$

$$\Delta q = q_1 + q_2$$

$$\mathcal{Y}_0 = \mathcal{Y}_C + \mathcal{Y}_L$$

$$\Delta t = \frac{L \mathcal{Y}_L}{\varphi_1 - \varphi_2}.$$

$$\mathcal{Y}_L = \frac{q - q_1}{\Delta t}.$$

~~по закону~~
по закону изм. энергии

$$\mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{\Delta q_1^2}{2C} + \frac{\Delta q_2^2}{4C} + \frac{L\mathcal{Y}_L^2}{2} +$$

$\mathcal{Y}_L^2 R \Delta t.$

$$\frac{C(\mathcal{E} - \varphi_1)}{\Delta t} = \frac{2C(\varphi_1)}{\Delta t} + \frac{\varphi_2}{R},$$

$$\frac{C\mathcal{E} - C\varphi_1 - 2C\varphi_1}{\Delta t} = \frac{\varphi_2}{R},$$

$$\frac{C(\mathcal{E} - 3\varphi_1)}{\Delta t} = \frac{\varphi_2}{R},$$

$$\frac{C(\mathcal{E} - 3\varphi_1)(\varphi_1 - \varphi_2)}{L\mathcal{Y}_L} = \frac{\varphi_2}{R} = \mathcal{Y}_2$$

$$L\mathcal{Y}_2^2 = C(\mathcal{E} - 3\varphi_1)(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Использ. полученные уравнения, можно найти $\mathcal{Y}_2$.

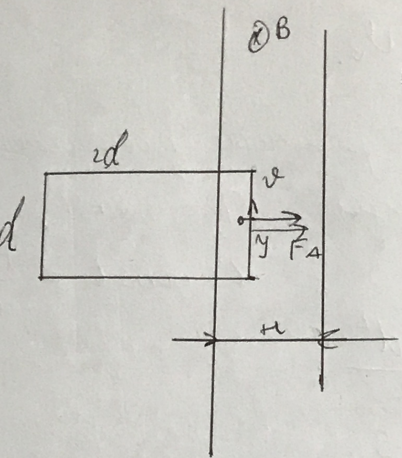
Ответ. 1). $\frac{d\mathcal{Y}}{dt} = \frac{\mathcal{E}_e}{3L}$. 2). $Q = \frac{1}{6} C \mathcal{E}_e^2$.

2

№ 4). Дано.

d, $b = 2d$,
v_0, R, $H = \frac{d}{3}$,
m, B

1). a_0 -?
2). v_1 -?
3). v_2 -?



1). При вхождении в поле в рамке изм. магнитный поток $\Phi = BS \Rightarrow$ возникает ε_i, по рамке идёт ток.

$I = \frac{\varepsilon}{R}$.

т.к. по рамке идёт ток, на неё начинает действовать F_A и разгонять её.

по 2 з. Ньютона

$$ma_0 = F_{A0}$$

$$F_{A0} = BId = B\frac{\varepsilon}{R}d$$

$$\varepsilon = Bv_0 d$$

$$F_{A0} = \frac{B^2 v_0 d^2}{R}$$

$$a_0 = \frac{B^2 v_0 d^2}{Rm}.$$

2). $\varepsilon_i = \Phi' = BS' = B\frac{dS}{dt}$.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$m\frac{dv}{\cancel{dt}} = B^2\frac{dS\,d}{\cancel{dt}\,R},$$

$$dv = \frac{B^2 dS\,d}{mR}.$$

При выходе правой стороны рамки из поля

$dS = Hd$, $dv = \frac{B^2 H d^2}{mR} = v_1 - v_0$,

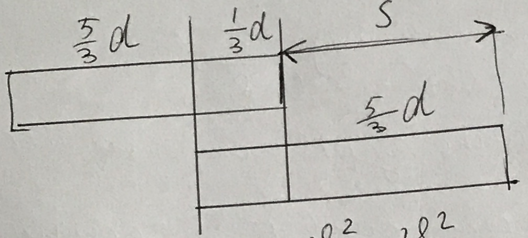
3

$$v_1 = \frac{B^2 H d^2}{mR} + v_0.$$

3). После того, как рамка достигнет правой стороной конца границы, $\Phi = const$,

$$a = const = \frac{F_{A1}}{m}$$

$$a = \frac{B^2 v_1 d^2}{mR}.$$



$$S = \frac{v_{01}^2 - v_1^2}{2a} = \frac{5}{3}d,$$

$$v_{01}^2 = \frac{10}{3} d \cdot a + v_1^2 = \frac{10}{3}\frac{B^2 v_1 d^3}{mR} + v_1^2.$$

Теперь рамка едет с переменным a.
a тормозит рамку.

$$m\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 d S d}{dt\, R},$$

$$-dv = \frac{B^2 d S d}{mR}$$

$$dv = v_2 - v_{01}, \quad -dv = v_{01} - v_2, \quad dS = Hd$$

$$v_{01} - v_2 = \frac{B^2 H d^2}{mR},$$

$$v_2 = v_{01} - \frac{B^2 H d^2}{mR} = \sqrt{\frac{10}{3}\frac{B^2 v_1 d^3}{mR} + v_1^2} - \frac{B^2 H d^2}{mR}.$$

Ответ. 1). $a_0 = \frac{B^2 v_0 d^2}{Rm}$

2). $v_1 = \frac{B^2 H d^2}{mR} + v_0$

3). $v_2 = \sqrt{\frac{10}{3}\frac{B^2 v_1 d^3}{mR} + v_1^2} - \frac{B^2 H d^2}{mR}.$

4

№5). Дано:

$\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{2}$

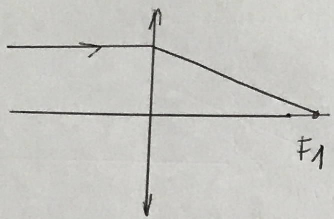
1). D_1 - ?

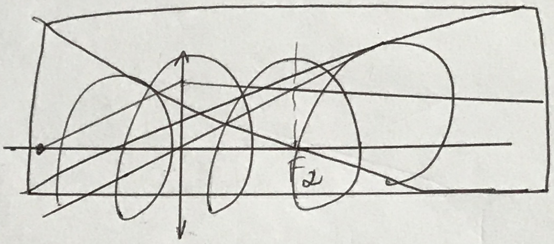
2). $d_3 = 50$ см

D_3 - ?

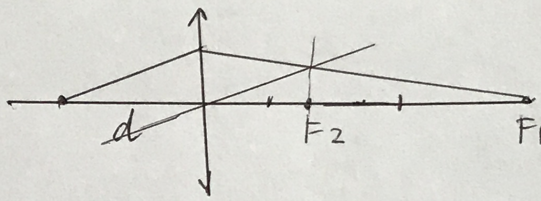
~~Удалённый~~ 1). Свет с удалённого предмета можно рассмотреть как пучок параллельных лучей.

Не меняя общности, рассмотрим собир-е линзы, такие, что изображение фокусируются на одинаковых F.





$D = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 2$



F1 - фокусир-е расстояние.

по ф. тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2}$$

$$F_1 = 2F_2$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{2F_2} = \frac{1}{2F_2},$$

$$d = 2F_2,$$

$$F_2 = \frac{d}{2}$$

$$F_1 = d$$

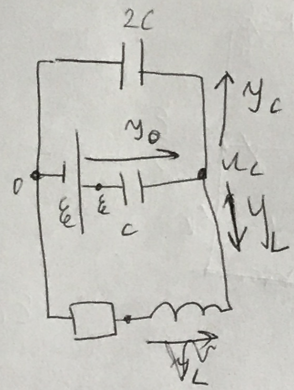
$$D_1 = \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} = 4 \text{ дптр.}$$

2). $\frac{1}{d_3} + \frac{1}{2F_2} = \frac{1}{F_3} = D_3 = \frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{0{,}25} = 2 + 4 = 6$ дптр.

Ответ. 1). $D_1 = 4$ дптр, $D_3 = 6$ дптр.

5

Черновик

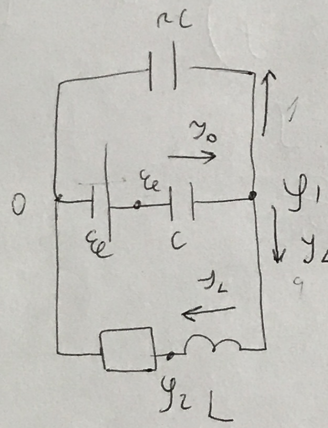


$u_c - \varepsilon_i$

$$y_L = \frac{u_c - \varepsilon_i}{R}$$

$$\frac{2C\,\varepsilon^2}{9} + \frac{C\,4\varepsilon^2}{9} =$$

$$\frac{2\cancel{6}C\varepsilon^2}{\cancel{9}3}$$



$$y_L = \frac{\varphi_2}{R}$$

$$\cancel{\varepsilon_i = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\Delta t}}\,L \qquad \varepsilon_i = \frac{y_L}{\Delta t}L =$$

$$u_c = \varepsilon - \varphi_1 \qquad \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{y_L}{\Delta t}L$$

$$u_{2c} = \varphi_1 - 2C$$

$$J_L = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)\Delta t}{L}$$

$$\cancel{C(\varepsilon - \varphi_1) = 2C\varphi_1}$$

$$y_0 = C(\varepsilon - \varphi_1)\Delta t \qquad \frac{2C\varepsilon^2}{9} + \frac{C\,4\varepsilon^2}{9} =$$

$$\frac{y_0}{\Delta t} = C(\varepsilon - \varphi_1) \qquad y_c = 2C\varphi_1\Delta t \qquad \frac{6}{9} = \frac{1}{3}C\varepsilon_0^2$$

$$\Delta t = \frac{y_0}{C(\varepsilon - \varphi_1)} \qquad J_L = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)\Delta t}{L}$$

$$C(\varepsilon - \varphi_1)\cancel{\Delta t} = 2C\varphi_1\cancel{\Delta t} + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{L}\cancel{\Delta t}$$

$$y_0 = y_c + y_L$$

$$C\varepsilon - C\varphi_1 - 2C\varphi_1 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{L},$$

$$\frac{J_c}{\Delta t} = \varphi_1 \cdot C \cdot 2$$

$$C\varepsilon - 3C\varphi_1 = \frac{\varphi_1}{L} - \frac{\varphi_2}{L},$$

черновик

№3). Дано.

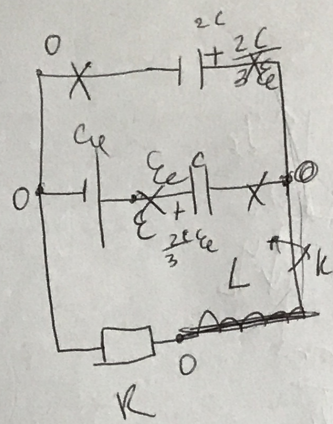
$q_0=0$

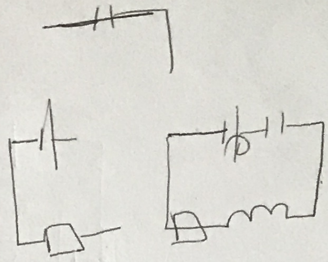
$C_1=C,\ C_2=2C$

1). $\frac{\Delta Y}{\Delta t}$ - ?

2). Q - ?

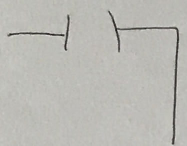
3). $C_1 \to$ Y_0 - ?



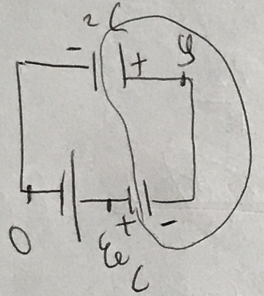


$\mathcal{E}_i = L\frac{\Delta Y}{\Delta t}$,

$$\frac{\Delta Y}{\Delta t} = \boxed{\frac{\mathcal{E}}{3L}}.$$



до замык

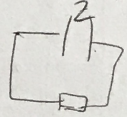


$$2\cancel{C}\varphi = \cancel{C}(\mathcal{E}-\varphi)$$

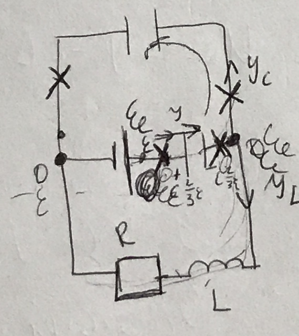
$$2\varphi = \mathcal{E}-\varphi$$

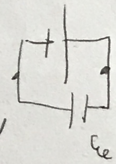
$$\varphi = \frac{\mathcal{E}}{3}$$

$$\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{3}C\mathcal{E}^2 = \frac{1C\mathcal{E}^2}{6}$$



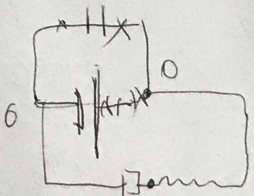
Q

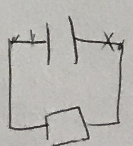


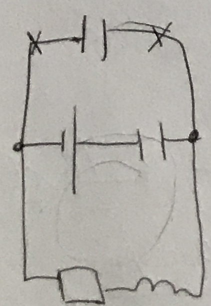


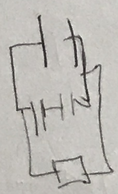
$$A_{ист} = Q + \Delta W$$

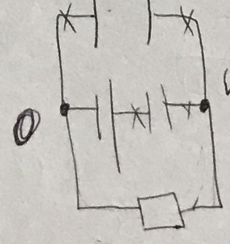
$$Y = Y_L + Y_C$$

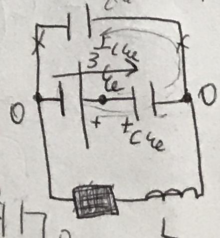


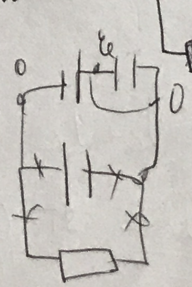


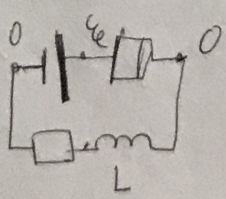


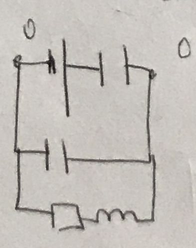






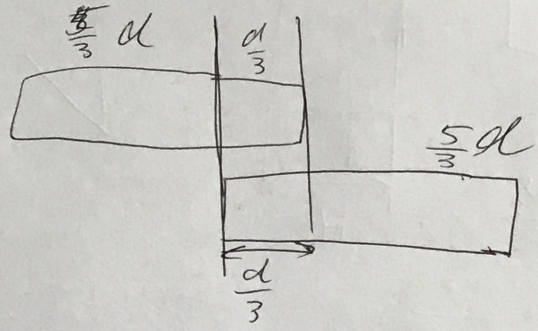


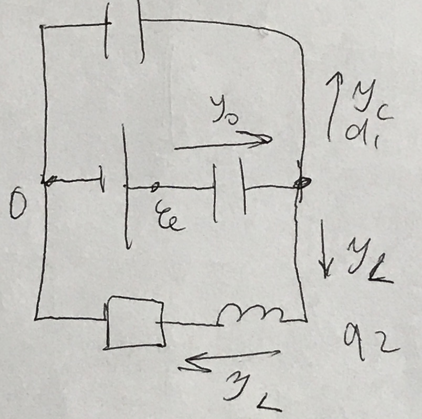




$$\frac{+\frac{2}{3}C\mathcal{E}}{+C\mathcal{E}}$$

2



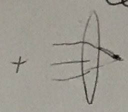


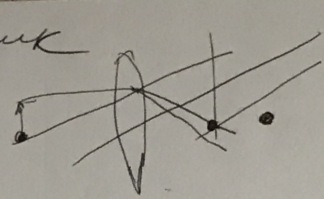
$y_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

15). Дано:

черновик

$$\frac{D_1}{D_2} = 2$$

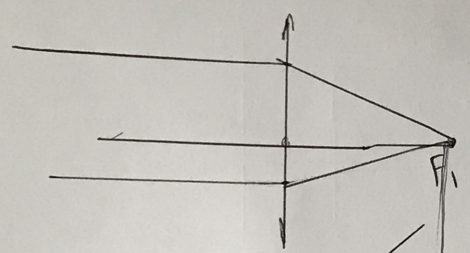


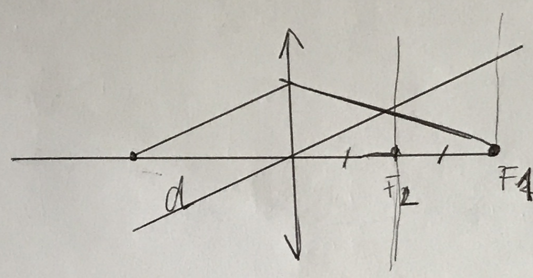


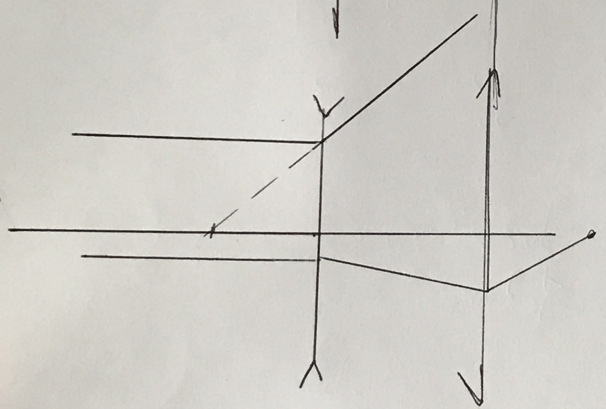
$$D = \frac{1}{F}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = 2.$$

$$F_2 = 2F_1$$







$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{F_2}$$

$$F_1 = 2F_2$$

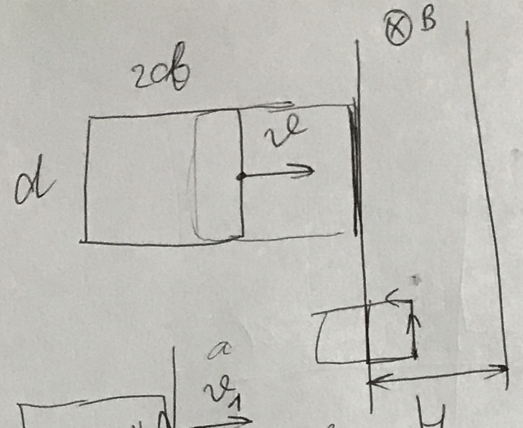
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{2F_2} = \frac{1}{F_2}$$

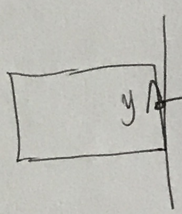
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{2F_2}$$

$$d = 2F_2$$

$$F_2 = \frac{d}{2}.$$

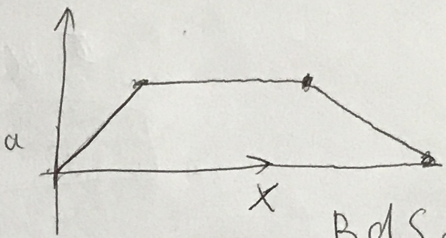
$F_1 =$





$F_A = Byl$

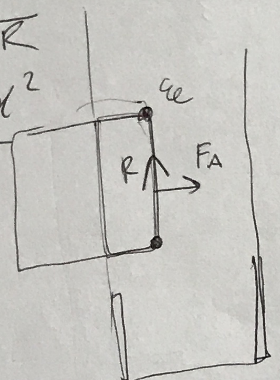
$\frac{B^2 v d^2}{R}$



$ma = \frac{B d S a}{dt}$

Bvd

$ma = \frac{B^2 v d^2}{R}$



$B y d$

$\frac{\varepsilon}{R} \rightarrow Bvd$

~~mda~~

$ma = \frac{B^2 v d^2}{R}$

dl

$F_A = \frac{B v^2 d^2}{R}$

$\frac{Bvd}{R}$

$F_A = \quad B y d = \frac{B^2 v d^2}{R}$.

$\varepsilon = \Phi'$

$\Phi = BS \cancel{\cos\alpha}$

$F_A(v)$

$F_A(v)$

$ma = F_A$

$ma = B \frac{BS}{\Delta t} d$

$m \frac{\Delta v}{\cancel{\Delta t}} = \frac{B^2 S d}{\cancel{\Delta t}}$,

$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{B^2 S d}{\Delta t}$

$m \Delta v = B^2 S d$

$S =$

$B y d$

$\frac{B^2 d S}{dtR} d$

$ma = \frac{B^2 v d^2}{R} =$

$a = \quad B^2$

5