Часть 1

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

Шифр: **21203400**

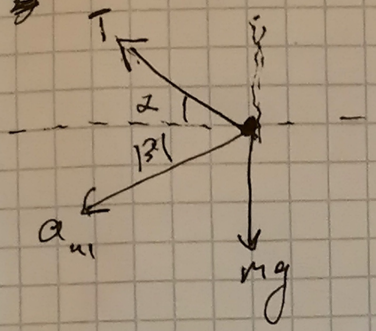
ID профиля: **816504**

Вариант 3

Чистовик

3

рассмотрим шар:



$$ma_ш\cdot\cos(\beta) = T\cos(\alpha)$$

$$ma_ш\cdot\sin(\beta) = mg - T\cdot\sin(\alpha)$$

$$ma_ш\cdot\sin\beta = mg - ma\cdot\frac{\cos\beta\cdot\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

$$\cancel{m}a_ш\left(\sin(\beta) + \frac{\cos\beta\cdot\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}\right) = \cancel{m}g$$

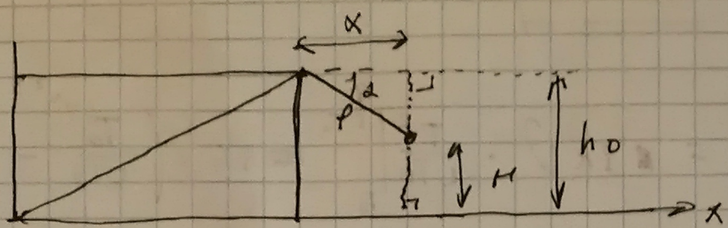
$$a_ш = 10\cdot\frac{1}{\frac{3}{\sqrt{13}} + \frac{\frac{2}{\sqrt{13}}\cdot\frac{12}{13}}{\frac{5}{13}}} = 10\cdot\sqrt{13}\cdot\frac{1}{3+\frac{24}{5}} =$$

$$= \frac{10\cdot\sqrt{13}\cdot 5}{39}$$

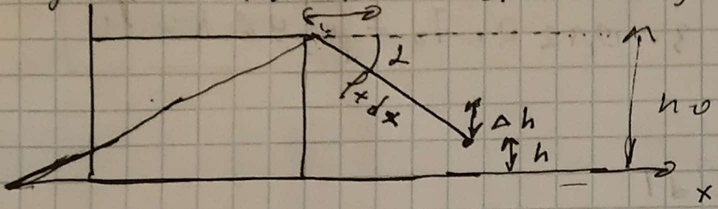
$$a_K = a_ш\cdot\frac{13}{18} = \frac{50}{39}\cdot\sqrt{13}\cdot\frac{13}{18} =$$

21203400 (U816504 M1262951)

№1



смещение клина по x − dx $dx_ш$ − смещение шара по X



1)

$$\sin(\alpha) = \frac{h_0 - H}{\ell} = \frac{h_0 - h}{\ell + dx}$$

$$\cancel{h_0 \ell} - H\ell + dx(h_0 - H) = \cancel{h_0 \ell} - h\ell$$

$$dx(h_0 - H) = dh\,\ell$$

$$\frac{dx}{dh} = \frac{\ell}{h_0 - H} = \frac{1}{\sin(\alpha)}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{x}{\ell} = \frac{x + dx - dx_ш}{\ell + dx}$$

$$\cancel{x\ell} + x\,dx = \cancel{x\ell} + \ell\,dx - dx_ш \ell$$

$$dx(x - \ell) = -dx_ш \ell$$

$$dx_ш = dx\,\frac{\ell - x}{\ell} = dx\,(1 - \cos(\alpha))$$

$$dx_ш = \frac{dh}{\sin(\alpha)} \cdot (1 - \cos(\alpha))$$

$$\frac{dx_ш}{dh} = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$$

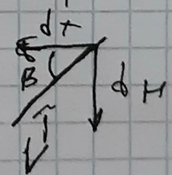
2) т.к. ускорения постоянны, то

$$\frac{a_к}{a_ш} = \frac{dx}{dx_ш} = \text{(до удара шарика)}$$

$$= \frac{1}{1 - \cos(\alpha)} = \frac{1}{1 - \frac{5}{13}} = \frac{13}{8}$$

$$a_к = a_ш \cdot \frac{13}{8}$$

Так как шар движется по прямой V, V_0 (вл. маш., V времени)



ускорение тоже направлено по V, тогда $\angle \rightarrow$ это β

$$\operatorname{tg}(\beta) = \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)} = \sqrt{\frac{1 + \cos(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}} = \frac{3}{2}$$

$$\operatorname{tg}(\beta) = \frac{3}{2}$$

$$\sin\beta = \frac{dh}{\sqrt{dh^2 + dx_ш^2}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\cos\beta = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

2

21203400 (U816504 M1262951)

Чистовик

1)

$$Q_1 = \int_{T_0}^{\frac{3}{5}T} c\vartheta\, dT = 3R\vartheta \cdot \frac{T^2}{2T_0}\Bigg|_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} = 3R\vartheta\left(\frac{T_0^2}{2T_0} - \frac{9T_0^2}{50T_0}\right) =$$

$$= 3R\vartheta \cdot \frac{16T_0}{50} = 3 \cdot 0{,}32\, R\vartheta T_0 = \boxed{0{,}96\, R\vartheta T_0}$$

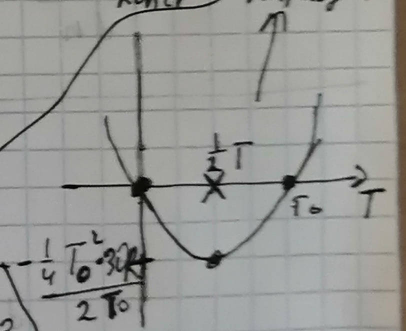
2)

$$Q = U + A = \int c\vartheta\, dT$$

$$\cancel{A = \int c\vartheta\, dT}$$

$$A = \int c\vartheta\, dT - U = 3R\vartheta\frac{T^2}{2T_0} - \frac{3}{2}T\vartheta R =$$

$$= \frac{3}{2}\vartheta R\, T\left(\frac{T}{T_0} - 1\right) = \underbrace{\frac{3}{2}\vartheta R\, T\left(\frac{T - T_0}{T_0}\right)}_{} = \underbrace{\frac{3\vartheta R}{2T_0}}_{\text{конст}}\underbrace{\left(T^2 - TT_0\right)}_{\text{парабола}}$$



A – минимальна при $\frac{1}{2}T_0$.

$A_{мин} = -\frac{3}{8}T_0\vartheta R$

Ответ 1) $Q_1 = 0{,}96\, R\vartheta T_0$ 2) $A_{мин.}$ при $\frac{1}{2}T_0$

3) $A_{мин.} = -\frac{3}{8}T_0\vartheta R$

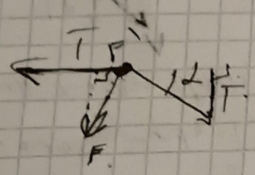
1

Черновик

$$mg \cdot \cos(\beta) = T \cdot \sin(\alpha+\beta)$$

$$\cos(\beta) = \sqrt{1 - \frac{9}{13}} = \sqrt{\frac{4}{13}} = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$T = mg \frac{\cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$$



(4)

$$F = \sqrt{(\sin(\alpha)T)^2 + (T - T\cos(\alpha))^2} =$$

$$= T\sqrt{\sin^2(\alpha) + 1 - 2\cos(\alpha) + \cos^2(\alpha)} =$$

$$= T\sqrt{2 - 2\cos(\alpha)} = T\sqrt{\frac{\cancel{26} - 10}{13}} = T\sqrt{\frac{16}{13}} = \boxed{4T \cdot \frac{1}{\sqrt{13}}}$$

$$T - T\cos(\alpha) = F = Ma_k$$

$$T(1 - \cos(\alpha)) = Ma_k$$

?

$$\cancel{T = m} \quad mg\frac{\cos(\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} \cdot (1 - \cos(\alpha)) = Ma_k$$

$$\frac{dh}{\sqrt{dh^2 + dx^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(1-\cos(\alpha))^2}{\sin^2(\alpha)}}} =$$

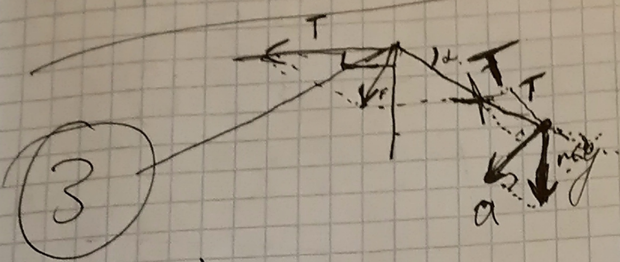
$$= \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{\sin^2(\alpha) + 1 - 2\cos(\alpha) + \cos^2(\alpha)}} = \frac{\frac{12}{13}}{\sqrt{2 - \frac{10}{13}}} =$$

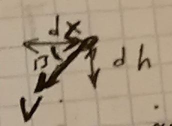
$$= \frac{12}{13 \cdot 4} \cdot \sqrt{13} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

21203400 (U816504 M1262951)

Черновик

$$dx_ш = dh \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{1-\cos(\alpha)} = \frac{\sin(\alpha)}{1-\cos(\alpha)}\, dh$$

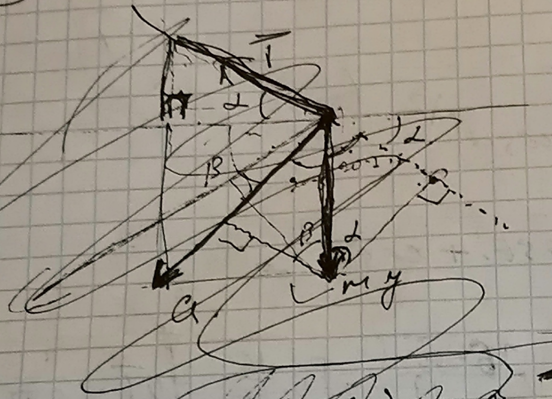




шар. постоянно перемещается вдоль прямой V

ускорение направлено вдоль нее.

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{dh}{dx} = \frac{1-\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} = \frac{1-\cos(\alpha)}{\sqrt{(1-\cos\alpha)(1+\cos(\alpha))}} = \sqrt{\frac{1-\cos(\alpha)}{1+\cos(\alpha)}} = \sqrt{\frac{1-\frac{5}{13}}{1+\frac{5}{13}}} = \sqrt{\frac{8}{18}} = \frac{2}{3}$$



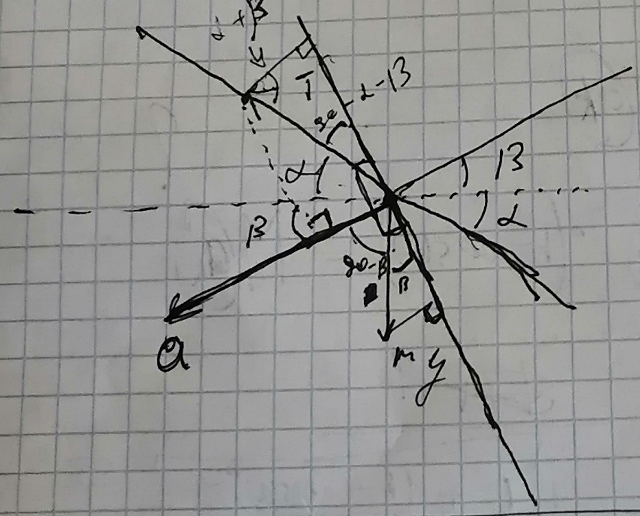
$\beta = T\cos(\alpha)$

$\frac{\cos\beta}{\cos(\alpha)}$

$mg - T\sin(\alpha) =$

$\cancel{\sin(\alpha)\cdot mg = T}$

$ma = \cos\alpha$

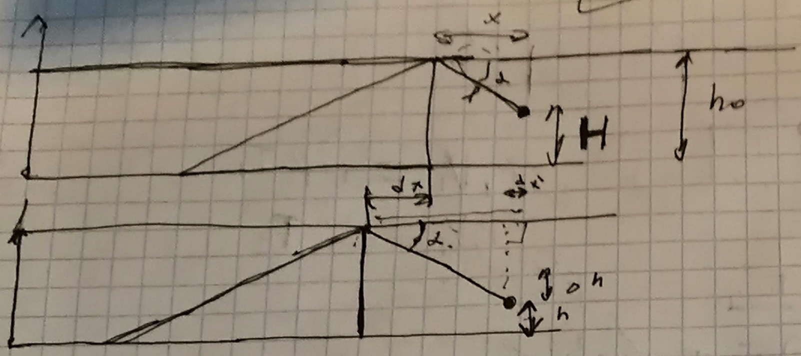


$\frac{dX}{dx_1}$ $\frac{dx_ш}{dx}$

$\sin(\alpha+\beta) =$

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

Черновик



2

3

$h = H - \Delta h$

$$\sin(\alpha) = \frac{(h_0 - H)}{l} = \frac{h_0 - h}{l + dX}$$

$$\cancel{h_0 l} - Hl + dx\,h_0 - dx\,H = \cancel{h_0 l} - hl$$

$$dx(h_0 - H) = (H - h)l$$

$$dx(h_0 - H) = dh\,l$$

$$\frac{dx}{dh} = \frac{l}{h_0 - H} = \sin(\alpha)$$

$$m\,a \cdot \cos\beta = \cos(\alpha)$$

$$\boxed{T = ma \cdot \frac{\cos\beta}{\cos(\alpha)}}$$

$$ma \cdot \sin(\alpha) = mg - T\sin(\alpha) =$$

$$=$$

$$\cos(\alpha) = \frac{x\ \cancel{+dx\ldots}}{l} = \frac{x + dx - dx_m^{\xi}}{l + dx}$$

$$\cancel{lx + x\,dx = lx + l\,dx - dx^{*}l}$$

$$\cancel{-dx\,l = 0}$$

$$\cancel{xl} + x\,dx = \cancel{xl} + l\,dx - dx_m^{\xi}\,l$$

$$dx(x - l) = -dx_m^{\xi}\,l$$

$$dx_m^{\xi} = dx\,\frac{l}{l - x} = dx\,\frac{1}{1 - \cos(\alpha)}$$

21203400 (U816504 M1262951)

Черновик

№2

$$pV = \nu RT \qquad p_1V_1 = \nu RT_1$$
$$p_2V_2 = \nu RT_2$$

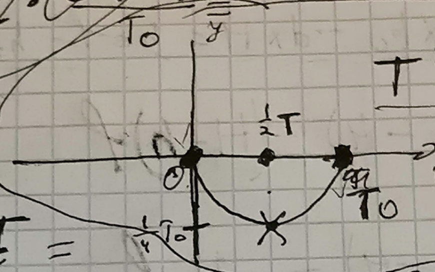
1

$$\underline{C = 3R\frac{T}{T_0}}$$

He – одноатомный газ

$$U = \frac{3}{2}\nu RT = c\nu\Delta T - A$$

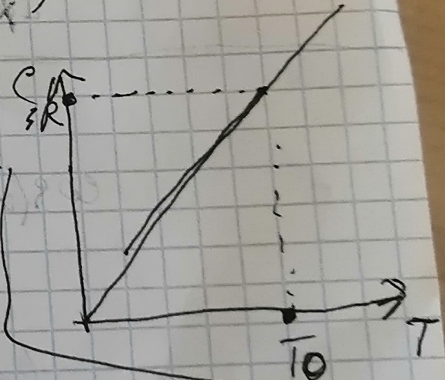
$$T^2 - TT_0 = y$$



$$Q = \nu\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} c\,dT =$$

$$= 3R\nu \cdot \frac{T^2}{2T_0}\Bigg|_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} = 3R\nu\cdot\left(\frac{T_0}{2} - \frac{9T_0}{50}\right) =$$

$$= 3R\nu \cdot \frac{16}{50}T_0 = \frac{24}{5}T_0 R\nu = \boxed{4{,}8R\nu T_0}$$



$$A = \underline{c\nu T} - \frac{3}{2}\nu RT =$$

$$= 3R\nu\cdot\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}\nu RT =$$

$$= 3R\nu\left(\frac{T^2}{T_0} - \frac{T}{2}\right) = \frac{3}{2}R\nu\left(\frac{2T^2 - TT_0}{T_0}\right) =$$

$$= \underbrace{\frac{3}{2}R\nu\left(\frac{(2T - T_0)T}{T_0}\right)}$$

$\Downarrow$

A макс при $T = \frac{1}{2}T_0$ и $T = 0 \Leftrightarrow A = 0$

21203400 (U816504 M1262951)

Часть 2

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

Шифр: **21203400**

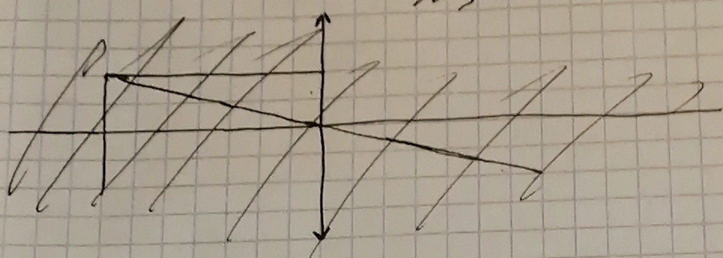
ID профиля: **816504**

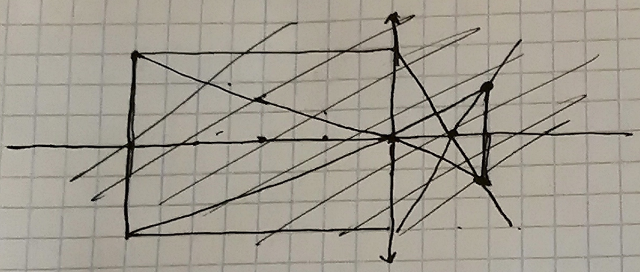
Вариант 3

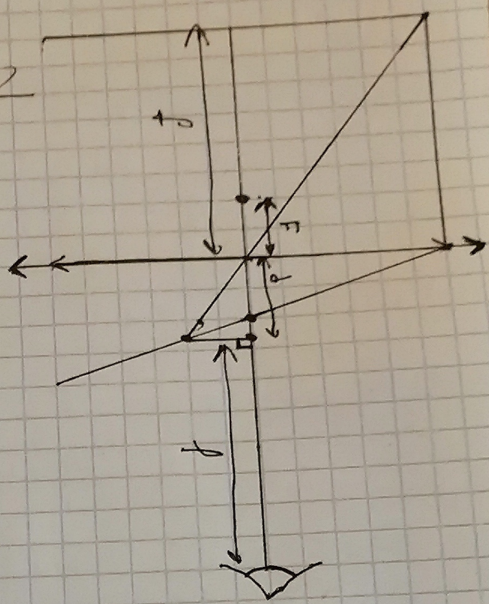
Чистовик

5

№5







1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

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

$d = \frac{Ff}{f-F} = \frac{72\cdot 18}{72-18} = \frac{4}{3}\cdot 18 = 24$ см.

$f + d = 48$ см

2) минимум $D_л = D_к = 9$ см. если меньше ~~часть~~ часть картины будет обходить вокруг и часть изображения будет перевернута, а часть нет. (+оно будет на более дальн.)

3) в фокусе - закроет все лучи идущие ~~...~~ горизонтально в левой части картины (18см)

Ответ: 1) 48см. 2) 9см. 3) 18см (со стороны изображения)

3)

Ответ: 1) $a_1 = \dfrac{B^2 l^2 V_0}{8 m R}$ 2) $V_1 = \dfrac{2}{3} V_0$

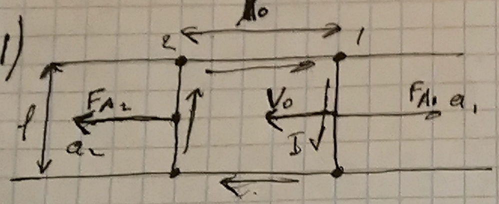
21203400 (U816504 M1262952)

Чистовик

3

№4

1)



$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{B\cdot l\cdot dx}{dt} = -B l V_0$$

$$I = \left|\frac{\mathcal{E}}{4R}\right| = \frac{B l V_0}{4R}$$

$F_{A_1} = BIl = 2ma_1$ $\qquad$ $F_{A_2} = BIl = ma_2$

$$\boxed{a_1 = \frac{V_0 \cdot B^2 \cdot l^2}{8mR}} \qquad a_2 = \frac{V_0 B^2 l^2}{4mR} = 2a_1$$

2) через большой промежуток времени скорости перемычек равны, иначе будет появлятся ток, следовательно появится F_A, которая будет тормозить и ускорять перемычки.

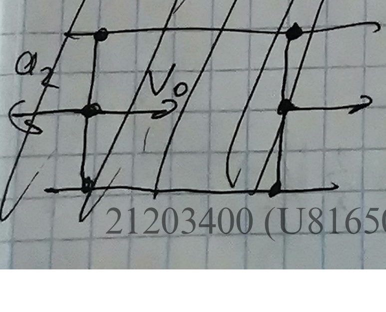
$$2mV_0 = 2mV_1 + mV_1$$

$$\boxed{V_1 = \frac{2}{3}V_0}$$

3) ~~перейдем в систему отсчета~~ I перемычки ~~получим~~

$$\cancel{\frac{2}{3}V_0 = \int a_2\, dt = \frac{B^2 l^2}{4mR}\int V_2\, dt}$$

~~в начале~~

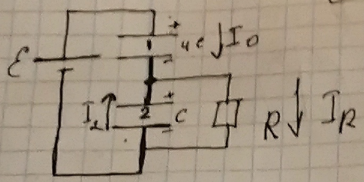


21203400 (U816504 M1262952)

Чистовик

2

3)



$I_R = I_2 + I_0$

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$ $\frac{dq_1}{dt} = I_0$ $\frac{dq_2}{dt} = I_2$

$U_2 = I_R \cdot R$

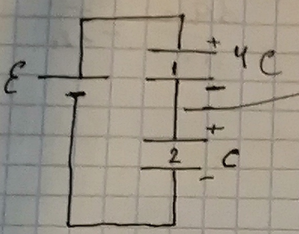
$\cancel{\mathcal{E} = U_1 + I_R R}$

Ответ: 1) $I_{нач} = \frac{4}{5}\frac{\mathcal{E}}{R}$ 2) $Q = \frac{8}{5}\mathcal{E}^2 C$ 3)

Чистовик

№3 (1)

1)



$q_1 = q_2 = q$

$U_1 \cdot 4C = q$

$U_2 \cdot C = q$

$4U_1 = U_2$

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

$5U_1 = \mathcal{E}$

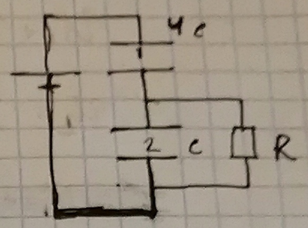
$U_1 = \frac{1}{5}\mathcal{E}$

$U_2 = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$W_1 = \frac{(\frac{1}{5}\mathcal{E})^2 \cdot 4C}{2} = \frac{2\mathcal{E}^2 C}{25}$

$W_2 = \frac{8\mathcal{E}^2 C}{25}$

$q = \frac{4}{5}\mathcal{E} C$



$I_{\text{начальный}} = \frac{U_2}{R} = \boxed{\frac{4}{5}\frac{\mathcal{E}}{R}}$

$\boxed{\mathcal{E} = U_1}$

$W_1' = 2\mathcal{E}^2 C$

$q' = 4C\mathcal{E}$

Г=

2) т.к. тепер. конденсатор 2 паралл. резистору, то когда режим установится, то его напряжение будет равно $U_2 = I_p \cdot R$, но тока в резисторе нет так как нет полного круга без разрывов (конденсатор)

$U_2 = 0 \quad I_p = 0$

заряд II конденсатора сам собой погасил и не прошел через батарею, а заряд I увеличился.

$$W_1 + W_2 = -A_\mathcal{E} + W_1' + Q$$

$$Q = \frac{2\mathcal{E}^2 C}{25} + \frac{8\mathcal{E}^2 C}{25} - 2\mathcal{E}^2 C + (q' - q)\mathcal{E}$$

$$Q = \frac{2}{5}\mathcal{E}^2 C - 2\mathcal{E}^2 C + \left(4 - \frac{4}{5}\right)\mathcal{E}^2 C = \boxed{\frac{8}{5}\mathcal{E}^2 C}$$

(2)

черновик

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

$U_2 = I_R \cdot R$

$I_2 + I_0 = I_R$

$U_1 + I_R R = \mathcal{E}$

$I = \frac{dq}{dt}$

$I_0 = \frac{dq_1}{dt}$

$U_1 = \frac{q_1}{4C} = \frac{\int I_0 \, dt}{4C}$

$\mathcal{E} - U_1 = I_2 R + I_0 R$

$\mathcal{E} - \frac{\int I_0 \, dt}{4C} = I_2 R + I_0 R$

$U_2 = \frac{\int I_2 \, dt}{C}$

$\mathcal{E} = \frac{\int (I_0 + 4 I_2) \, dt}{4C}$

$4C\mathcal{E} \cdot dt = I_0 + 4 I_2$

q_2 ~~$=$~~ ~~q_1~~

$q_1 - q_2 = \int I_R \, dt$

$\frac{dq_1}{dt} = I_0$

$\frac{dq_2}{dt} = I_2$

$dq_1 + dq_2 = dq$

$I -$

$\frac{dq_n}{dt} = I_R$

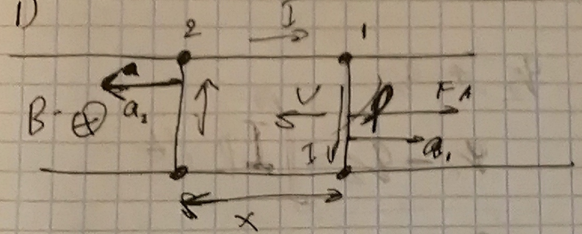
$\int I_R \, dt = q_1 - q_2$

$q_1 = \int I_0 \, dt$

$q_2 = \int I_2 \, dt$

Черновик

1)



$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{B\cdot dS}{dt} = -\frac{B\cdot l\cdot dX}{dt} = -BVl \quad \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

модуль

$$F_A = lIB = 2m\cdot a_1$$

$$a_1 = \frac{\mathcal{E}\cdot B\cdot l}{2m4R} = \boxed{\frac{B^2Vl^2}{8mR}}$$

$$a_2 = \boxed{\frac{B^2Vl^2}{4mR}} = 2a_1$$

2) ~~скоро~~ скорости ~~равны~~ конечные равны, иначе изменение S и появление тока, следственно появления FA, которое будет или тормозить или ускорять их.

$$2mV_0 = 2mV_1 + mV_1$$

$$V_1 = \frac{2}{3}V_0$$

$$\frac{2}{3}V_0 = \int a_2\, dt = \frac{B^2l^2}{4mR}\underbrace{\int V\, dt}_{\Delta X}$$

$$\Delta X = \frac{V_0\cdot 4mR}{B^2l^2}$$

3)

a_2

$$F = \frac{dmV}{dt} = m\frac{d^2X}{dt^2} \qquad V_0 = \int a_2\, dt$$

$$\int a_2\, d^2t = dX \qquad X = \frac{B^2l^2}{8mR}\int V\, d^2t$$

21203400 (U816504 M1262952)