Часть 1

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

Шифр: **21200404**

ID профиля: **97306**

Вариант 1

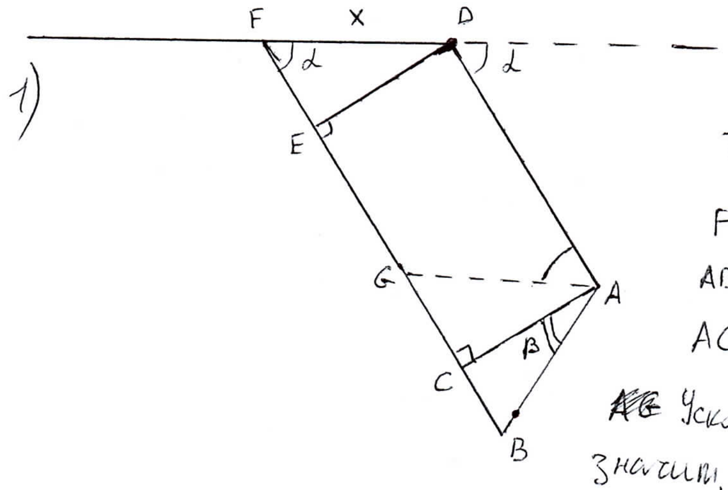
Чистовик.

№1.

Пусть за некоторое время τ клин сдвинулся влево на x

$\cos\alpha = 0,6 \Rightarrow \sin\alpha = 0,8$

1)



$\triangle DEF$: $DE = x\cdot\sin\alpha = 0,8x$

$EF = x\cdot\cos\alpha = 0,6x$.

Так как длина нити постоянна, то

$FD + AD = FE + EC + BC$

$AD = EC \Rightarrow BC = FD - FE = 0,4x$

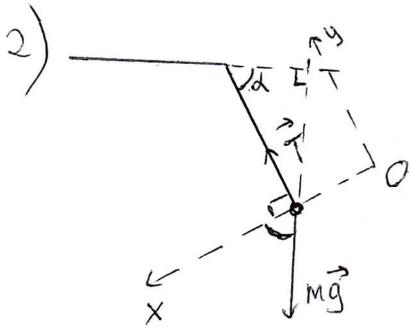
$AC = ED = 0,8x \Rightarrow tg\,\beta = \frac{1}{2}$

Ускорение шара направлено вдоль AB, значит, составляет $\angle GAB = \gamma$ с горизонтом

$\angle GAC = 90^\circ - \alpha$; $tg\,GAC = ctg\,\alpha = 0,75$

$$tg\,\gamma = tg(GAC+\beta) = \frac{tg\,GAC + tg\,\beta}{1 - tg\,GAC\cdot tg\,\beta} = \frac{1,25}{0,625} = 2$$

2)



Ось OX направлена вдоль AC.

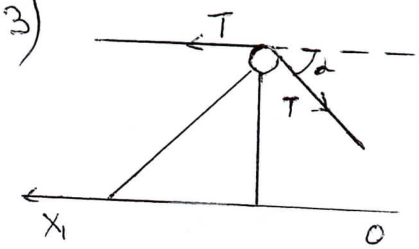
$ma_x = mg\cos\alpha \Rightarrow a_x = 0,6g$.

За время τ вдоль оси OX шарик сдвинулся на $0,8x$

Значит, $\frac{a_{клин}}{a_x} = \frac{FD}{AC} = \frac{5}{4} \Rightarrow a_{клин} = \frac{5}{4}\cdot 0,6g = \frac{3}{4}g = 0,75g$

Ось OY направлена вдоль BC

3)



За время τ вдоль оси OY шарик сдвинулся на $-0,4x$

$\frac{a_y}{a_x} = \frac{-BC}{AC} = -\frac{1}{2} \Rightarrow a_y = -0,5\cdot 0,6g = -0,3g$

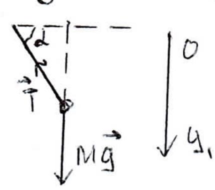
II з.Н. на ось OY: $ma_y = T - mg\sin\alpha$

$T = 0,5mg$

Вдоль горизонтальной оси OX_1 клин толкает вперёд сила $F = T - T\cos\alpha = 0,2mg$

II з.Н.: $M\cdot a_{клин} = F \Rightarrow M\cdot a_{клина} = \frac{mg}{5} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{5a_{клин}}{g} = \frac{15}{4} = 3,75$

4)



Вдоль вертикальной оси OY_1 по II з.Н.: $ma_y = mg - T\cdot\sin\alpha$

$a_y = 0,6g$

$\frac{a_y t^2}{2} = H \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$

Ответ: 1) $tg\,\gamma = 2$; ~~2) 0,75g~~ 2) $a_{клин} = 0,75g$ 3) $\frac{M}{m} = 3,75$ 4) $t = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$

Чистовик.

№2.

$$dQ = C\cdot\nu\cdot dT = \frac{2\nu R}{T_0}\cdot T\cdot dT$$

Чтобы изменить температуру от T_0 до T понадобится

$$Q = \int_{T_0}^{T} dQ = \frac{\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{T} 2T\cdot dT = \frac{\nu R T^2}{T_0} - \nu R T_0$$

1) Чтобы изменить температуру от T_0 до $\frac{5}{6}T_0$ понадобится

$$Q_0 = \frac{\nu R\, 25 T_0^2}{36\, T_0} - \nu R T_0 = -\frac{11\nu R T_0}{36}$$, ~~это~~ то же самое, что отвести $Q_1 = -Q_0 = \frac{11\nu R T_0}{36}$.

2) $dQ = dU + dA$; $dU = \frac{3}{2}\nu R\, dT$, так как гелий - одноатомный газ

$$dA = \frac{2\nu R}{T_0}\cdot T\cdot dT - \frac{3}{2}\nu R\, dT$$

При изменении температуры от T_0 до T газ совершит работу

$$A = \int_{T_0}^{T} dA = \int_{T_0}^{T}\left(\frac{2\nu R}{T_0}T\cdot dT - \frac{3}{2}\nu R\, dT\right) = \frac{\nu R T^2}{T_0} - \nu R T_0 - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{3}{2}\nu R T_0 = \frac{\nu R}{T_0}\cdot T^2 - T\cdot\frac{3}{2}\nu R + \frac{1}{2}\nu R T_0$$

$A(T)$ - парабола, ветви которой направлены вверх

Значит, её минимум достигается при $T = \frac{-\left(-\frac{3}{2}\nu R\right)}{2\frac{\nu R}{T_0}} = \frac{3}{4}T_0$

3) $A_{min} = \frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{9T_0^2}{16} - \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 = -\frac{\nu R T_0}{16}$

Ответ: $Q_1 = \frac{11\nu R T_0}{36}$; $T = \frac{3}{4}T_0$; $A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{16}$

Черновик

(2)

$dQ = C\nu dT = \frac{2\nu RT}{T_0} \cdot dT$

$Q = \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} dQ = \frac{\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} 2T dT = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{25}{36}T_0^2 - T_0^2\right) = -\frac{11}{36}\nu RT_0$

гелий

$dQ = dU + dA \qquad d = \frac{3}{2}\nu R dT$

$\frac{25}{36} - 1 = \frac{25-36}{36} = -\frac{5+6}{36} = -\frac{11}{36}$

$\frac{\nu R}{T_0}(T_k^2 - T_0^2) = \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_0) + A.$

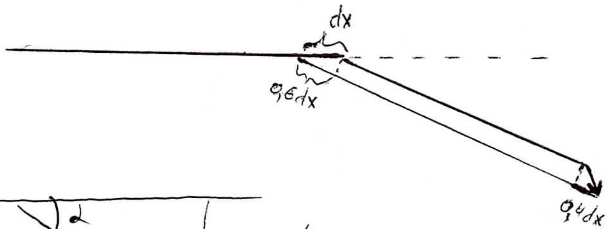
$\frac{9}{16} - \frac{9}{8} + \frac{1}{2} = \frac{9-18+8}{16} = -\frac{1}{16}$

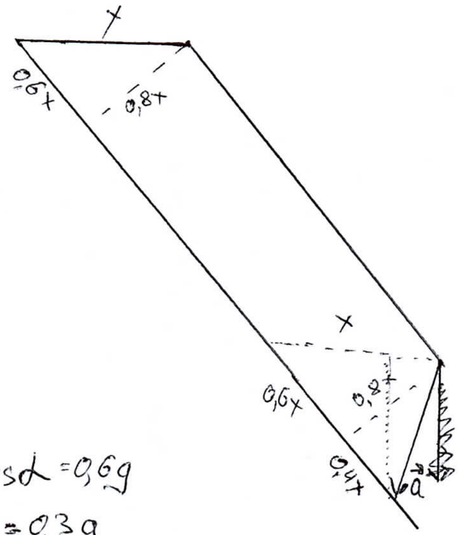
$A = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T_k^2 - \frac{3}{2}\nu RT_k - \nu RT_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0$

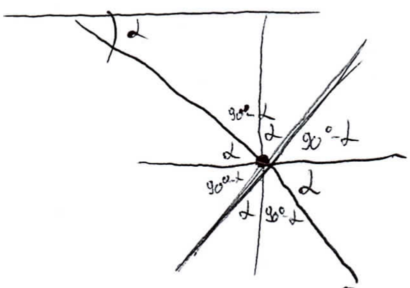
$A = min$ при $T_k = \frac{\frac{3}{2}\nu R}{\frac{2\nu R}{T_0}} = \frac{3}{4}T_0$

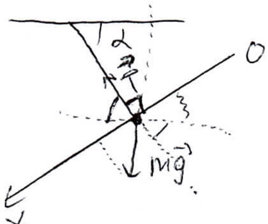
$A(T_{min}) = \frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{9}{16}T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R\frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}\nu RT_0 = -\frac{\nu RT_0}{16}$

(1)









$a_k = \frac{5}{4}a_x = \frac{0,6}{0,8}g = g\,tg\,\alpha = 0,75g$

$a_x = g\cos\alpha = 0,6g$

$a_y = \frac{a_x}{2} = 0,3g$

$\sin\alpha = 0,6;\ \cos\alpha = 0,8;\ tg\,\alpha = \frac{3}{4};\ tg\,\beta = \frac{1}{2}$

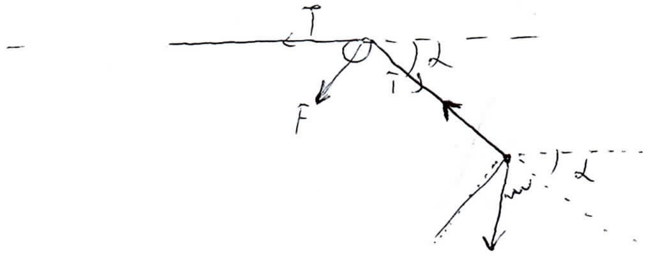
$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = g\sqrt{0,36+0,09} = g\sqrt{0,45} = g\cos\alpha \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$

$tg(\alpha+\beta) = \frac{tg\,\alpha + tg\,\beta}{1 - tg\,\alpha \cdot tg\,\beta} = \frac{1,25}{1 - 0,375} = \frac{5/4}{5/8} = 2$

Под каким углом направлено ускорение?

Ответ: arctg 2.

$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{15} = \frac{1}{5}$



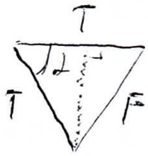
$$m a_{верт} = mg - T \cdot \sin\alpha = 0{,}6\,mg$$

$$a_{верт.} = \frac{3}{5} g$$

$$\frac{a_{верт.} t^2}{2} = H \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_{верт}}} = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$$

$$mg\sin\alpha - T = m \cdot 0{,}3g$$

$$T = 0{,}5\,mg$$



$$F_x = Ma = T - T\cos\alpha = 0{,}4T = 0{,}2mg$$

$$0{,}2mg = M \cdot 0{,}75g$$

$$\frac{m}{M} = \frac{3}{4} \cdot 5 = \frac{15}{4} = 3{,}75$$

Часть 2

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

Шифр: **21200404**

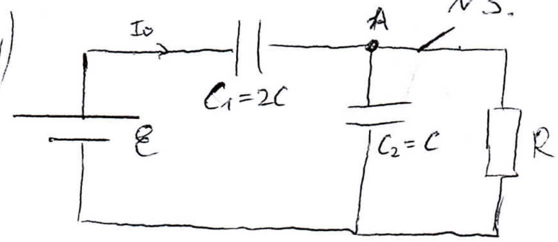
ID профиля: **97306**

Вариант 1

Чистовик

№3.

1)



$C_{общ.} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2}{3}C \Rightarrow q = \mathcal{E} \cdot C_{общ.} = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$

U_2 – напряжение на C_2 до замыкания ключа

$U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$; $U_1 = \mathcal{E} - U_2 = \frac{\mathcal{E}}{3}$

Когда ключ замкнули, заряд на C_2 не успел измениться $\Rightarrow I_0 R = U_2$, и ток через резистор сразу после замыкания ключа равен $I_0 = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$

2) Когда система вновь окажется в стационарном режиме, напряжение на конденсаторе C_2 будет 0, а на конденсаторе C_1 будет $\mathcal{E}$. Значит, заряд на нём станет $\underbrace{2C\mathcal{E}}_{=q_2}$, а через источник пройдёт $\Delta q = q_2 - q = \frac{4C\mathcal{E}}{3}$

$A_{ист.} = \Delta W + Q$

$$\mathcal{E} \cdot \Delta q = \left(\frac{2C \cdot \mathcal{E}^2}{2} + 0 - \frac{\cancel{2}C \cdot \mathcal{E}^2}{\cancel{2} \cdot 9} - \frac{C \cdot \overset{2}{\cancel{4}}\mathcal{E}^2}{\cancel{2} \cdot 9}\right) + Q$$

$Q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$

3) В любой момент времени по закону Кирхгофа $U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

U_1 и U_2 – напряжения на C_1 и C_2 соответственно

$\frac{q_1}{2C} + \frac{q_2}{C} = \mathcal{E} \Rightarrow q_1 + 2q_2 = 2C\mathcal{E}$. Продифференцируем обе части по времени

$$\frac{dq_1}{dt} + \frac{2dq_2}{dt} = 0$$

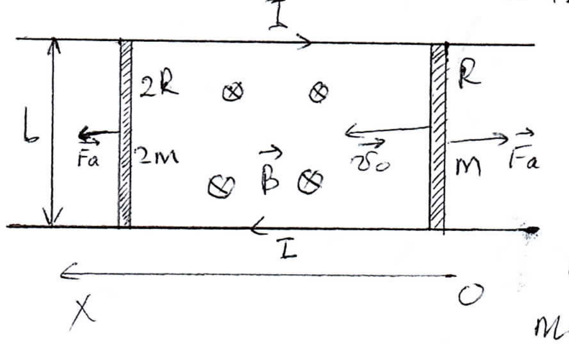
$\frac{dq_1}{dt} = I_0 \Rightarrow \frac{dq_2}{dt} = -\frac{I_0}{2}$. Знак „–" означает, что q_2 уменьшается. Ток через C_2 равен $\frac{I_0}{2}$ и втекает в узел A.

Значит, по закону сохранения заряда через R течёт ток $I_R = \frac{3I_0}{2}$

Ответ: 1) $I = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$; 2) $Q = \frac{2C\mathcal{E}^2}{3}$; 3) $I_R = \frac{3I_0}{2}$

Чистовик

№4.



В начале скорость правой перемычки (v_1) будет больше скорости левой перемычки (v_2), поэтому площадь контура, пронизываемого магнитным полем, уменьшается.

Из этих соображений найдём направление тока в контуре и направление сил Ампера, действующих на перемычку.

1) В начальный момент времени площадь контура уменьшилась на $v_0 dt$

$$dS = -v_0 dt; \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = B_0\left(-\frac{dS}{dt}\right) = B_0 L v_0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{общ}} = \frac{BLv_0}{3R}; \quad F_a = BIL = \frac{B^2L^2v_0}{3R};$$

a_2 – ускорение перемычки левой; $a_2 = \frac{F_a}{2m} = \frac{B^2L^2v_0}{6mR}$

2) Через продолжительный промежуток времени ~~..~~ скорости перемычек будут равны, иначе $v_{отн}$ (относительная скорость правой перемычки относительно левой) не будет равна 0, что повлечёт за собой появление тока, выделение энергии в виде тепла и ~~...~~ изменение скоростей из-за F_a. ~~...~~ Выполняется ЗСИ в проекции на ось OX, так как вдоль неё на ~~...~~ систему из 2 перемычек внешние силы не действуют.

$$mv_0 = 3mu \Rightarrow u = \frac{v_0}{3} \text{ — конечная скорость перемычек}$$

3) $v_1 > v_2$ в любой момент времени (когда они станут равны, в 1-ый раз, ток в контуре ~~...~~ исчезнет, как и ускорения ~~...~~)

$$dS = -(v_1 - v_2)dt = -v_{отн}\cdot dt; \quad a_{2x} = \frac{B^2L^2v_{отн}}{6mR}; \quad a_{1x} = -\frac{F_a}{m} = -\frac{B^2L^2v_{отн}}{3Rm}$$

$$a_{отн.} = a_{1x} - a_{2x} = -\frac{B^2L^2v_{отн}}{2mR} = \frac{dv_{отн}}{dt}. \text{ В начале } v_{отн} = v_0$$

$$\frac{dv_{отн}}{v_{отн}} = -\frac{B^2L^2dt}{2mR} \qquad \int_{v_0}^{v_{отн}} \frac{dv_{отн}}{v_{отн}} = \int_0^t -\frac{B^2L^2dt}{2mR} \Rightarrow v_{отн} = v_0 \cdot e^{-\frac{B^2L^2t}{2mR}}$$

За всё время движения расстояние уменьшится на $\Delta L = \int_0^{t_\infty} v_{отн}\cdot dt = \frac{2mRv_0}{B^2L^2}\left(e^0 - e^{-\frac{B^2L^2t_\infty}{2mR}}\right)$

$t_\infty \to \infty \Rightarrow e^{-\frac{B^2L^2t_\infty}{2mR}} \to 0$. Значит, $\Delta L = \frac{2mRv_0}{B^2L^2}$; $S_k = S_0 - \Delta L = S_0 - \frac{2mRv_0}{B^2L^2}$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{B^2L^2v_0}{6mR}$; 2) $u = \frac{v_0}{3}$; 3) $S_k = S_0 - \frac{2mRv_0}{B^2L^2}$

Чистовик

№5.

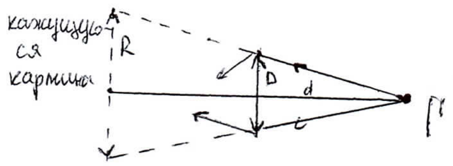
$f = 36$ см; $F = 9$ см; $S_{ак} = 24$ см; $H = 9$ см

1) d – расстояние от глаза до линзы.

Так как человек видит чёткое изображение, то $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ по формуле тонкой линзы

$$d = \frac{f \cdot F}{f - F} = 12 \text{ см}$$

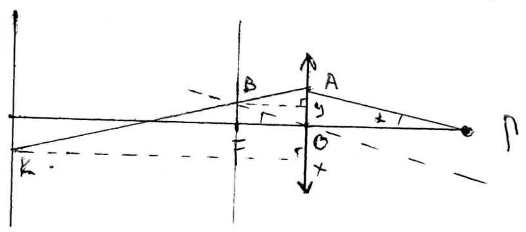
2) Человеку кажется, что картина, радиус которой $R = \frac{H}{2} = 4{,}5$ см, находится на расстоянии $S_{ак.}$ от него.



$$\frac{D}{d} \geq \frac{R}{S_{ак}} \Rightarrow D \geq \frac{d \cdot H}{2 S_{ак}}$$

$$D_{м.} = \frac{dH}{2S_{ак}} = \frac{12 \cdot 9}{48} \text{ см} = 2{,}25 \text{ см}$$

3)



Рассмотрим ход луча, идущего под углом α

$OA = d \cdot tg\alpha$; OB – побочная оптическая ось

$\triangle BFO \sim \triangle AOГ$ по 2 углам ($\angle BFO = \angle AOГ = 90°$, $\angle BOF = \angle AГO = \alpha$)

Значит, $BF = AO \cdot \frac{OF}{OГ} = \frac{3}{4} d\, tg\alpha$; $BY = \frac{1}{4} d\, tg\alpha$

$\triangle ABY \sim \triangle AKX$ по 2 углам ($BY \parallel KX$)

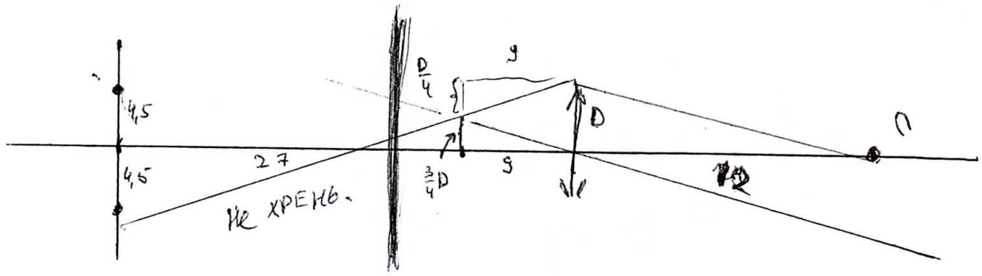
Значит, $AX = AY \cdot \frac{KX}{BY} = \frac{1}{4} d\, tg\alpha \cdot \frac{f}{F} = d\, tg\alpha$

следовательно, X совпадает с O, K лежит на главной оптической оси, а все лучи, выходящие из точки $Г$, попадают в K.

(5)

Черновик

аккомодировав...
МБ. это значит приблизил?



$$\frac{1}{36}+\frac{1}{24}=\frac{1}{4\cdot 9}+\frac{1}{4\cdot 6}=\frac{15}{1\cdot 4\cdot}$$

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{36}=\frac{1}{9} \Rightarrow d=12\,см$$ → это так, ибо глаз чётко видит картину.

Аккомодировать = настроить глаз на рассматривание предметов на некотором расстоянии.

Кажется я понял!!!

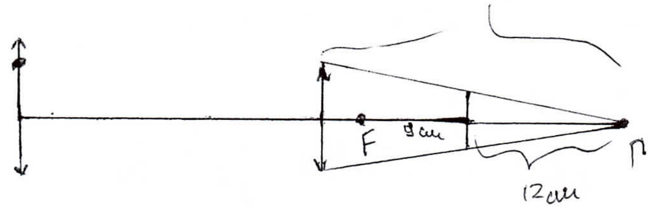
человеку кажется что картина на расстоянии 24 см.

Значит, он не посылает лучи света выше угла $tg\alpha = \frac{R}{24\,см} = \frac{9}{48\,см}$

R — 4,5 см

Воот, не во все направления, а только так.

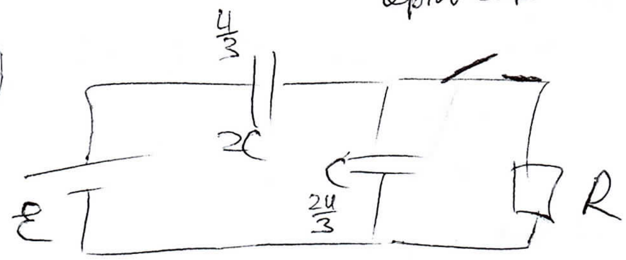
$$\frac{D}{d} \geq \frac{R}{S_{ак}} \Rightarrow D \geq R/2 \Rightarrow D_м = 2,25\,см$$



$$1-\frac{1}{9}-\frac{2}{9}=1-\frac{3}{9}=\frac{6}{9}=\frac{2}{3}$$

Черновик

(3)



$$Q = \mathcal{E}\cdot C_{общ.} = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$$

U

$$q_0 = \frac{2CU}{3}$$

$$q_{конт.} = 2UC$$

1) $I_0 = \dfrac{2\mathcal{E}}{3R}$.

2) $\cancel{Q\mathcal{E}}$ $q_{ист.} = \dfrac{2C\mathcal{E}}{3}$

$$\mathcal{E}\cdot\frac{4C\mathcal{E}}{3} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{2C\mathcal{E}^2}{2\cdot 9} - \frac{C\cdot 4\mathcal{E}^2}{2\cdot 9} + Q$$

$$\frac{4}{3}C\mathcal{E}^2 = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2 + Q \Rightarrow Q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$$

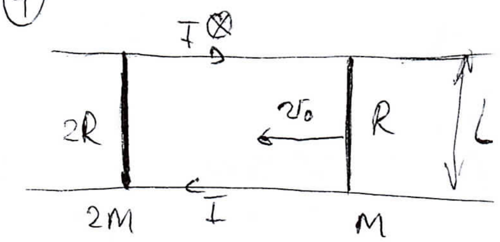
3) $\dfrac{q_1}{2C} + \dfrac{q_2}{C} = const.$

$\cancel{I_1 = 2I_0 \Rightarrow T}$

$$\frac{dq_2}{dt} = I_0 \Rightarrow \frac{dq_1}{dt} = 2I_0$$

$$I_R = 2I_0 + I_0 = 3I_0.$$

(4)



$$\mathcal{E}_0 = \frac{d\Phi}{dt} = BLv$$

$$I = \frac{BLv}{3R},\quad F_a = LIB = \frac{B^2L^2v}{3R}$$

$$a = \frac{F_a}{2m} = \frac{B^2L^2v}{6mR}$$

$$mv_0 = 3mU$$

$$U = \frac{v_0}{3}$$

Через продолж. пром. времени скорости равны $\frac{v_0}{3}$ (действуют одни и те же силы)

Нет, ты ~~сбился~~

$\pm$ равные они, иначе Есть $\mathcal{E}_0 = BLv_{отн.}$, есть ток и выделение энергии $\Rightarrow$ уменьш. скорости

$\cancel{dS = v_{отн.}dt = at\,dt}$ Осталось найти конечное расстояние

$\cancel{dS = v_{отн.}dt = a}$

$$dv_{отн.} = -\left(\frac{F_a}{m} + \frac{F_a}{2m}\right)dt = \frac{3F_a dt}{2m} = -\frac{B^2L^2v_{отн}}{2mR}\cdot dt$$

$$\frac{dv}{v} = -\frac{B^2L^2}{2mR}\cdot dt$$

$$\ln v = -\frac{B^2L^2}{2mR}t$$

$$v_{отн} = v_0\cdot e^{-\frac{B^2L^2}{2mR}t}$$

$$\int e^{\alpha x}dx = \frac{e^{\alpha x}}{\alpha} + C$$

$$\Delta L = \int_0^\infty v_{отн}\cdot dt = \frac{2mR}{B^2L^2}v_0$$

$$\Delta L(t) = \int_0^t v_{отн}\cdot dt = \int_0^t v_0\left(-\frac{2mR}{B^2L^2}\right)\cdot\left(e^{-\alpha t} - 1\right) = \frac{v_0}{\alpha}\cdot\cancel{\alpha}\left(1 - e^{\alpha t}\right)$$

сближение

$$S_{конеч} = S_0 - \Delta L = S_0 - \frac{2mRv_0}{B^2L^2}$$