Часть 1

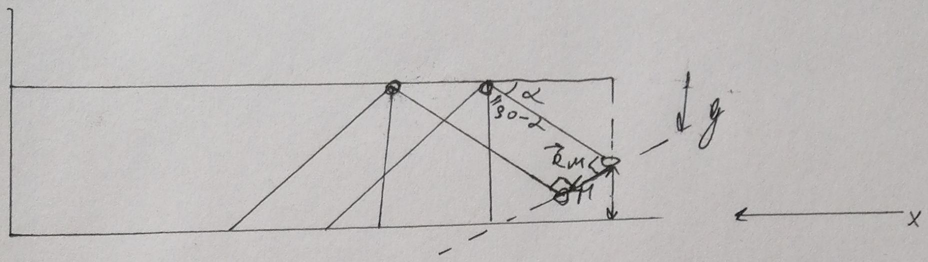
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201868**

ID профиля: **322152**

Вариант 2

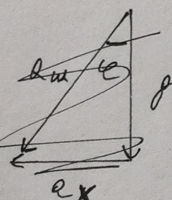
Лист 1 Чистовик



Угол наклона нити к горизонту не меняется =>
В любой момент времени шарик находится на
параллельных прямых => шарик движется по прямой
т.к. нет нормального ускорения.

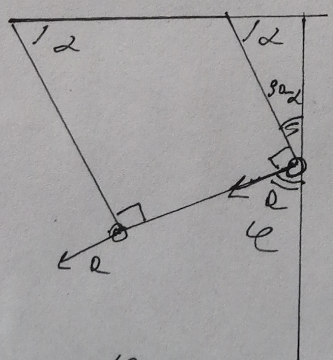
Клин проедет вперед Δl, тогда шар опустится на $l \sin \alpha$,
а по горизонтали сместится на Δl

~~для шара~~:



~~$\operatorname{tg} \varphi = \frac{a_x}{g}$~~

Шар ~~движется~~ находится на парал прямых всегда =>
он движется по перпендикуляру к этим прямым



$\varphi + 90 - \alpha + 90 = 180 \Leftrightarrow \varphi = \alpha$

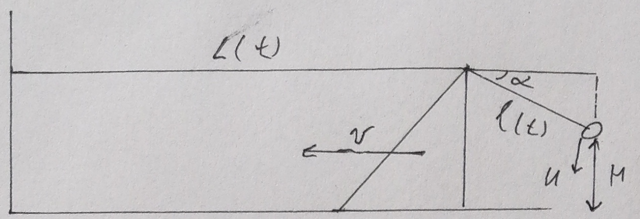
Ответ: $\varphi = \alpha$ $\cos \varphi = \frac{4}{5}$

21201868 (U322152 M1266352)

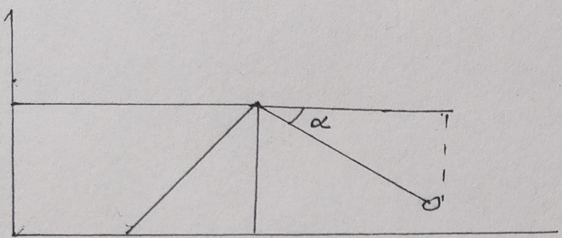
Чистовик лист 2

$\sin\alpha = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

было



стало



~~L+l sinα~~ $\Delta l = v\Delta t$, $\Delta l \sin\alpha = u\Delta t$ $\Rightarrow \frac{v}{u} = \frac{1}{\sin\alpha} = \frac{1}{\frac{3}{5}} = \frac{5}{3}$

$v = \frac{u}{\sin\alpha}$

продифференцируем: $a_к = \frac{u'}{\sin\alpha} = \frac{g}{\sin\alpha} = \frac{10}{\frac{3}{5}} = \frac{50}{3}$ м/с²

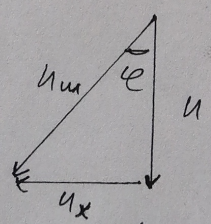
$\boxed{\text{Ответ: } a_{клина} = \frac{50}{3} \text{ м/с}^2 = 16{,}7 \text{ м/с}^2}$

3) $MV_x + mu_{mx} = 0$

$MV_x - mu_m = 0$

$MV = mu_m$

$\frac{m}{M} = \frac{V}{u_m} = \frac{V}{\frac{5}{4}u} = \frac{4}{5}\cdot\frac{V}{u} = \frac{4}{5}\cdot\frac{1}{\sin\alpha} = \frac{4}{5}\cdot\frac{1}{\frac{3}{5}} = \frac{4}{3}$



$u_m = \frac{u}{\cos\varphi} = \frac{u}{\cos\alpha} = \frac{u}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4}u$

$\boxed{\text{Ответ: } \frac{m}{M} = \frac{4}{3}}$

Лист 3 Чистовик

Шар достигнет стола, когда $\sum \Delta l \sin\alpha = H$

~~$v_{клина} \cdot t \sin\alpha$~~

$$\Delta l = \frac{v_{кл}^2 - 0}{2a_{кл}} = \frac{v_{кл}^2}{2a_{кл}} = 0 + \frac{a_{кл} t^2}{2}$$

$$\frac{a_{кл} t^2}{2} \cdot \sin\alpha = H$$

$$t^2 = \frac{2H}{a_{кл} \sin\alpha} = \frac{2H}{\frac{50}{3} \cdot \frac{3}{5}} = \frac{2H}{10}$$

$$t = \sqrt{\frac{H}{5}}$$

1) Ответ: ускорение шара направлено под $\cos\varphi = \cos\alpha = \frac{4}{5}$ к вертикали

2) Ответ: $a_{кл} = \frac{50}{3} = 16,7$ м/с^2

3) Ответ: $\frac{m}{M} = \frac{4}{3}$

4) Ответ: $t = \sqrt{\frac{H}{5}}$

21201868 (U322152 M1266352)

Задача №2 Чистовик Лист 4

Дано:

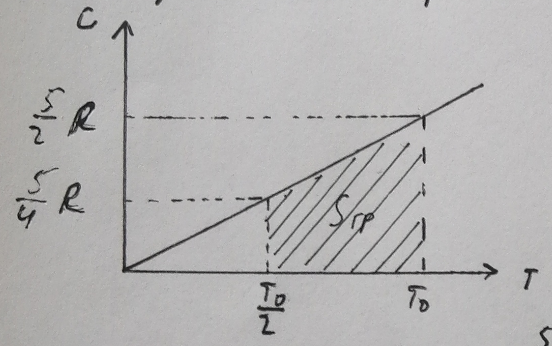
$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

ν

T_0

Решение:

1) Начертим график $C(T)$:



было: $T = T_0$ $C(T_0) = \frac{5}{2}R$

стало: $T = \frac{1}{2}T_0$ $C(\frac{T_0}{2}) = \frac{5}{2}R \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{4}R$

2) $Q_x = C\nu\Delta T \Rightarrow C\Delta T = \frac{Q_x}{\nu} = -S_{гр}$

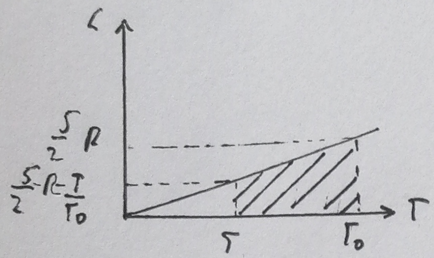
3) $S_{гр} = \frac{T_0}{2} \cdot \frac{(\frac{5}{2}R - \frac{5}{4}R)}{2} = \frac{T_0}{2} \cdot \frac{\frac{5}{4}R}{2} = \frac{5T_0R}{16}$

4) $Q_x = -S_{гр} \cdot \nu = -\frac{5T_0R\nu}{16}$

5) $Q_1 = Q_{\text{отданное}} = -Q_x = \frac{5T_0R\nu}{16}$

Ответ: $Q_1 = \frac{5T_0R\nu}{16}$

21201868 (U322152 M1266352)



6) газ Не одноатомный $\Rightarrow i = 3$

7) $Q = \Delta U + A = C\nu\Delta T$

Найдем Q в любой момент:

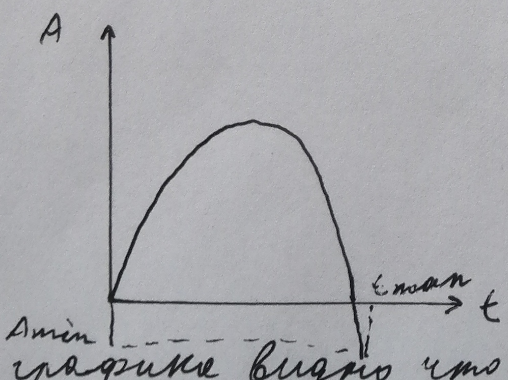
$$S_{тр} = (T_0 - T)\,\frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R\left(\frac{T}{T_0}\right)}{2} = \frac{T_0 - T}{2}\cdot\frac{5}{2}R\left(1 - \frac{T}{T_0}\right) = \frac{T_0 - T}{2}\,\frac{5}{2}R\cdot\frac{T_0 - T}{T_0} =$$

$$= \frac{(T_0 - T)^2\cdot 5R}{4T_0}$$

$$Q = -\frac{(T_0 - T)^2\, 5R}{4T_0}\cdot\nu = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) + A$$

$$A = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T) - \frac{(T_0 - T)^2}{4T_0}5R\nu = \nu R(T_0 - T)\left(\frac{3}{2} - \frac{T_0 - T}{T_0}\cdot\frac{5}{4}\right)$$

Замена $T_0 - T = t$, тогда $A = \frac{3}{2}\nu R t - \frac{t^2}{4T_0}\cdot 5R\nu$ — график парабола ветвями вниз.



Из графика видно, что в вершине параболы работа газа максимальна, а дальше она монотонно уменьшается $\Rightarrow$ A_{min} достигается при $t = t_{max}$

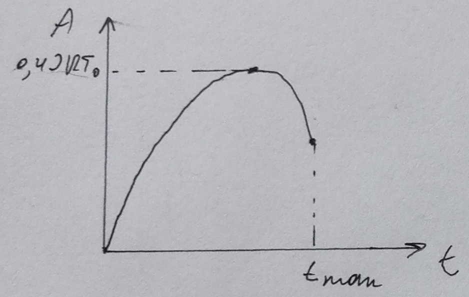
8) Обратная замена: $t = T_0 - T$

$$\left.\begin{array}{l} T_0 > 0 \\ T > 0 \end{array}\right| \Rightarrow T_0 - T = \max \text{ при } T = 0$$

Ответ: газ нужно охладить до 0 К.

9) $$A_{min} = \nu R (T_0 - 0)\left(\frac{3}{2} - \frac{T_0 - 0}{T_0}\cdot\frac{5}{4}\right) = \nu R T_0\left(\frac{3}{2} - \frac{T_0}{T_0}\cdot\frac{5}{4}\right) =$$
$$= \nu R T_0\left(\frac{3}{2} - \frac{5}{4}\right) = \nu R T_0\left(\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{4}\nu R T_0$$

Мы получили что при t_{max} $A_{min} > 0$ $\Rightarrow$ на самом деле график выглядит по-другому:



видно, что работа минимальна в самом начале при $t = 0 \Rightarrow T_0 - T = 0 \Rightarrow T = T_0$ и $A = 0$

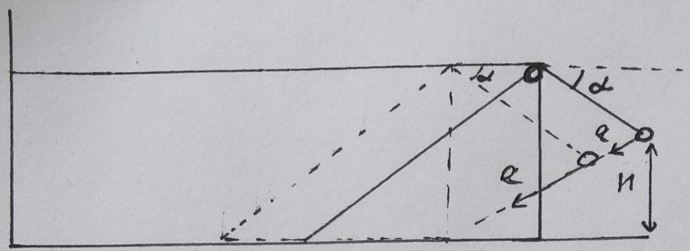
II) Ответ: $T = T_0$

III) Ответ: $A_{min} = 0$

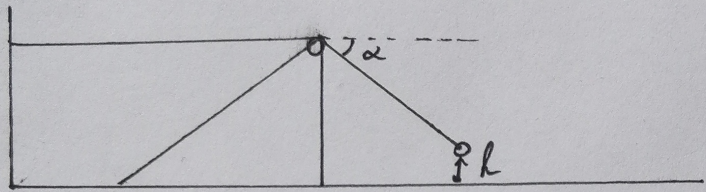
I) Ответ: $Q_1 = \frac{5 T_0 R \nu}{16}$

Черновик.

было

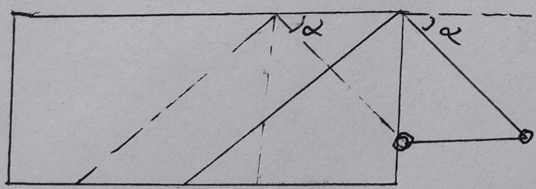


В промежуточный момент времени



Угол наклона нити к горизонту не меняется => в любой момент времени шарик находится на параллельных прямых => шарик движется по прямой т.к нет нормального ускорения.

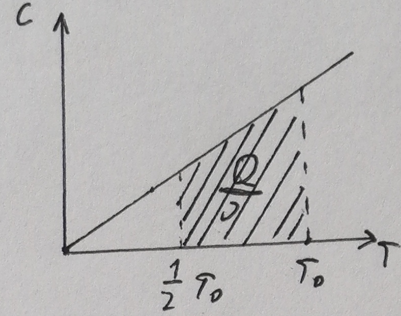
Рассмотрим сдвиг через Δt:



Черновик

Задача 2

$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$



1) $Q = C\nu\Delta T$

$Q = C\nu\left(\frac{1}{2}T_0 - T_0\right) = -C\nu\frac{1}{2}T_0$

№2

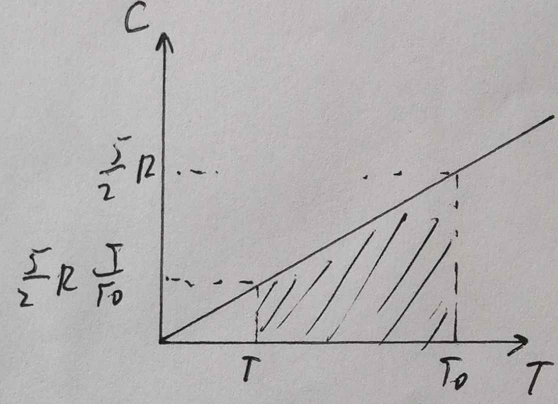
$He \to \frac{3}{2}$

$Q = \Delta U + A = C\nu\Delta T$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T + A = C\nu\Delta T$

$A = \nu\Delta T\left(C - \frac{3}{2}R\right)$

$A = \nu\Delta T\left(\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}R\right)$



$\underbrace{Q}_{<0} = \underbrace{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}_{<0} + A$

$$\frac{Q}{\nu} = -\frac{T_0 - T}{2}\cdot\left(\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}\right) = -\frac{T_0 - T}{2}\cdot\frac{5}{2}R\left(1 - \frac{T}{T_0}\right) =$$

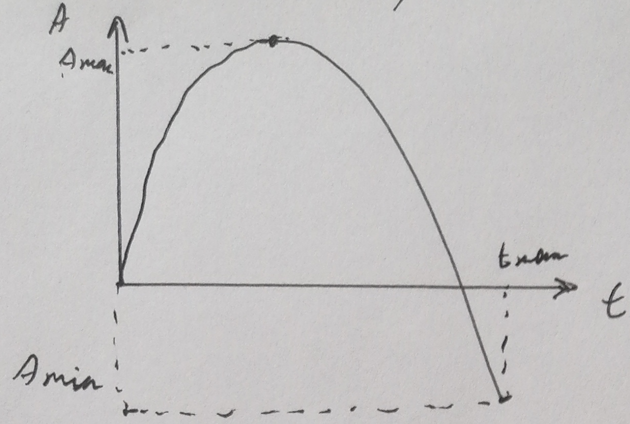
$$S_{тр} = \frac{T_0 - T}{2}\frac{5}{2}R\left(\frac{T_0 - T}{T_0}\right) = \frac{(T_0 - T)^2 5R}{4T_0}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$$

$$-\frac{(T_0 - T)^2 5R\nu}{4T_0} = A + \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$$

$A = \ ^{T_0}$

чернович



$T_0 - T$

$$\frac{3}{2}\nu R(T_0) - \frac{T_0^2}{4T_0}\cdot 5\nu R) = \frac{3}{2}\nu R T_0 - \frac{5}{4}\nu R T_0$$

~~Ao~~:

$$\frac{3}{2}\nu R t - \frac{t^2}{4T_0} 5\nu R =$$

$$= \cancel{t}\left(\frac{3}{2}\nu R - \frac{t\,5\nu R}{4T_0}\right) = 0$$

$$5t = 4T_0\cdot\frac{3}{2} = 6T_0$$

$$t = \frac{6T_0}{\cancel{5}} > T_0$$

0,25

$$x_B = \frac{-\frac{3}{2}\nu R}{-2\cdot\frac{5\nu R}{4T_0}} = \frac{3\nu R}{\frac{5\nu R}{T_0}} = \frac{3T_0}{5}$$

$$A = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{2}{5}T_0\right) - \frac{\frac{4}{25}T_0^2}{4T_0}\cdot 5R\nu = \frac{3}{5}\nu R T_0 - \frac{1}{5}R\nu T_0$$

$$= \frac{2}{5}\nu R T_0 = 0{,}4\,\nu R T_0$$

Часть 2

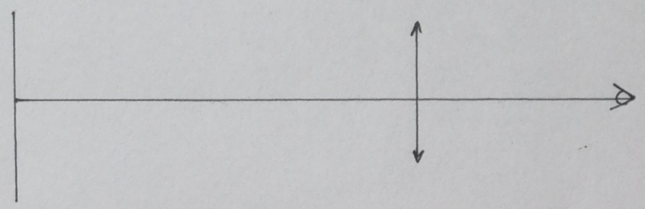
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201868**

ID профиля: **322152**

Вариант 2

Задача 5 Черновик



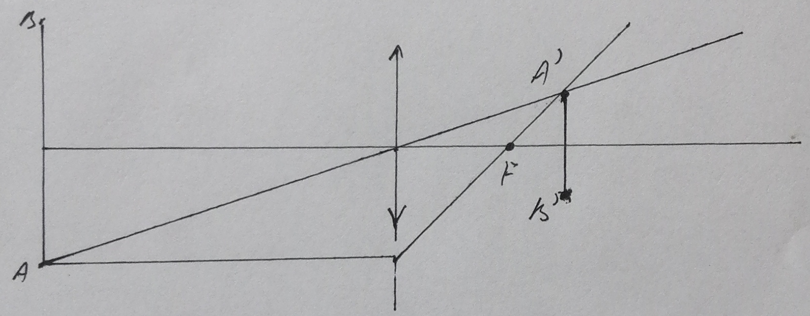
1) Запишем формулу тонкой линзы:

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

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

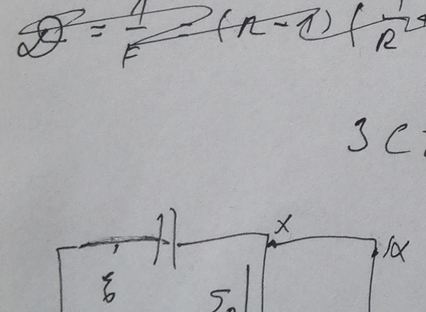
$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{0{,}12 \cdot 0{,}48}{0{,}48 - 0{,}12} = \frac{0{,}0576}{0{,}36} = 0{,}16\,м = 16\,см$$

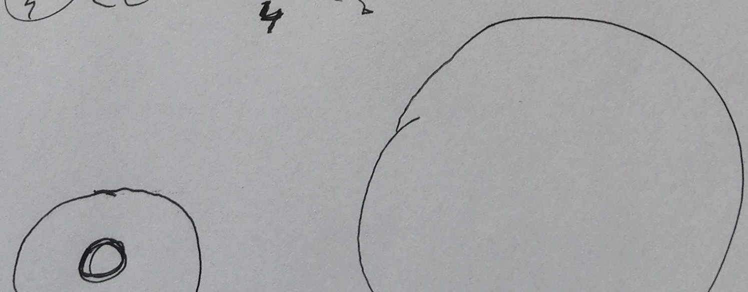
2)



$$\cancel{D = \frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right)}$$

$$3C\varepsilon - \frac{3}{4}\varepsilon C = \frac{8}{4} C\varepsilon$$



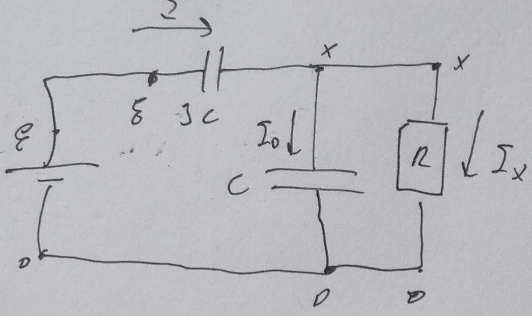


$I_0 = q'$ C $\boxed{I_R R = 0?}$

$$I_R + I_0 = I$$

4)

черновик



$$\left\{\begin{array}{l} \cancel{q_C = C x_0} \\ \cancel{I_x = \frac{x}{R}} \Rightarrow \cancel{I_0 R = x} \end{array}\right. \quad \cancel{q_C = C I_0 R}$$

$U_C = U_R = x$

$\cancel{\frac{q_C}{C} = I_x R}$

$I = I_0 + I_x$

$I = q_{3C}' = 3C(\mathcal{E} - x)'$

~~I_R~~ $U_R = U_C = \frac{q_C}{C}$

$I_0 = q_C'$

$\frac{?}{2} a_? = B^2 l^2 \frac{\Delta v}{6R}$

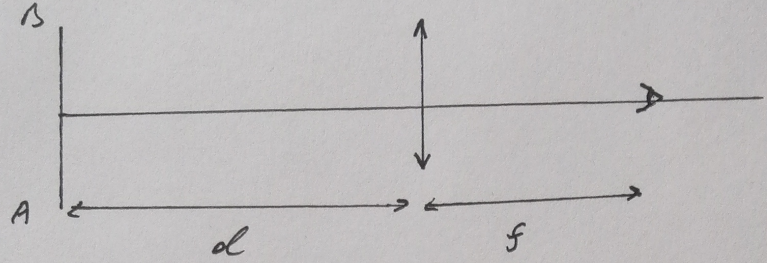
21201868 (U322152 M1266353)

Задача №5 Черновик.

$H = 9$ см

$d = 48$ см

$F = 12$ см



1) $H = 2h \Rightarrow h = \frac{H}{2} = \frac{9}{2}$ см

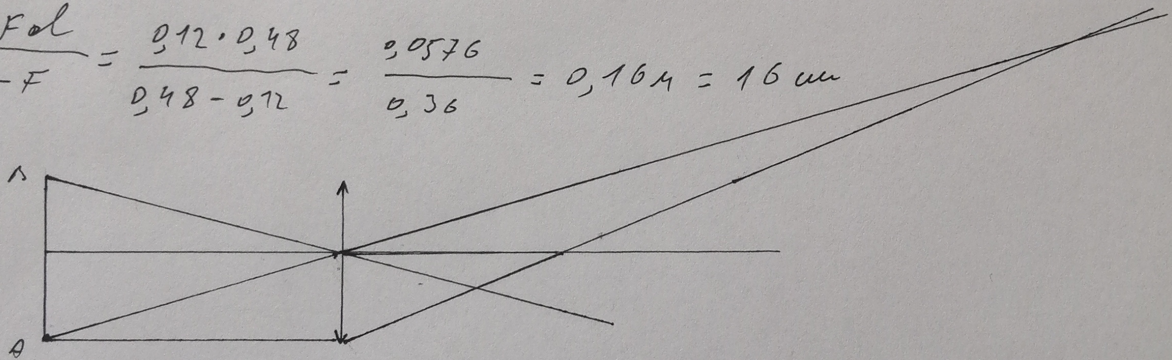
2) Запишем формулу тонкой линзы:

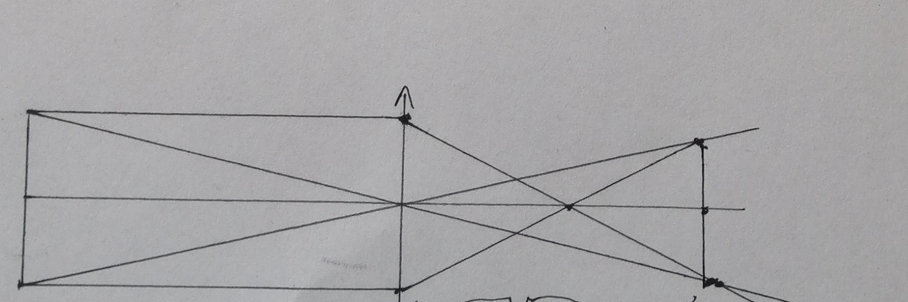
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

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

$$f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{0{,}12 \cdot 0{,}48}{0{,}48 - 0{,}12} = \frac{0{,}0576}{0{,}36} = 0{,}16 \text{ м} = 16 \text{ см}$$

3)





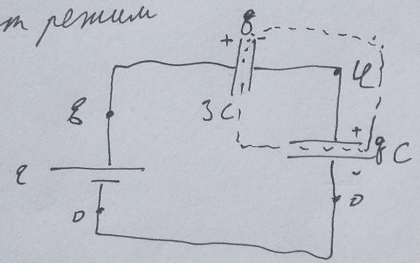
21201868 (U322152 M1266353)

Задача №3 Чистовик Лист 1

$C_2 = C \quad C_1 = 3C$

1) до замыкания

уст режим



Закон сохранения заряда:

$$0 = -3C(\mathcal{E}-\varphi) + C(\varphi - 0)$$

$$3C(\mathcal{E}-\varphi) = C(\varphi - 0)$$

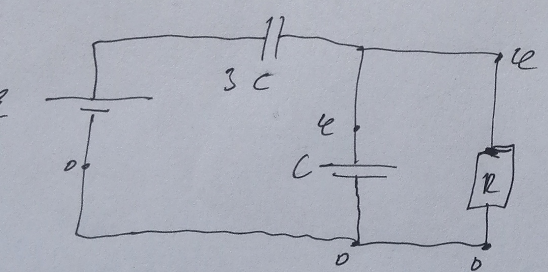
$$3C\mathcal{E} - 3C\varphi = C\varphi$$

$$4C\varphi = 3C\mathcal{E}$$

$$\varphi = \frac{3}{4}\mathcal{E}$$

$q_2 = \varphi C = \frac{3}{4}\mathcal{E}C \qquad q_1 = \frac{1}{4}\mathcal{E}\,3C = \frac{3}{4}C\mathcal{E} \quad \Rightarrow q_1 = q_2$

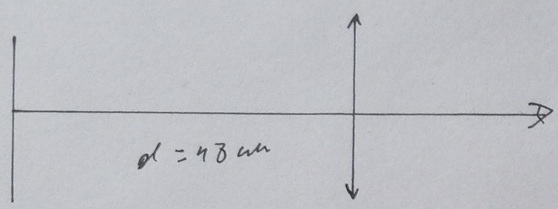
2) сразу после замыкания:



Заряд скачком не меняется $\Rightarrow q = \varphi C \Rightarrow$ потенциал φ такой же

$$I_R = \frac{\varphi}{R} = \frac{\frac{3}{4}\mathcal{E}}{R} = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$$

Ответ: $I_R = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$



1) Формула тонкой линзы:

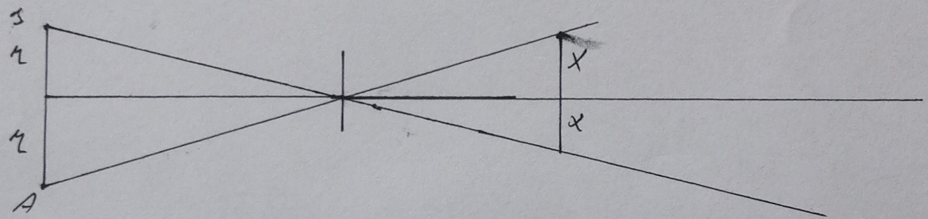
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

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

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{0{,}12 \cdot 0{,}48}{0{,}48 - 0{,}12} = \frac{0{,}0576}{0{,}36} = 0{,}16 м = 16 см$$

Ответ: $x > f$ $\quad x > 16$ см

2)

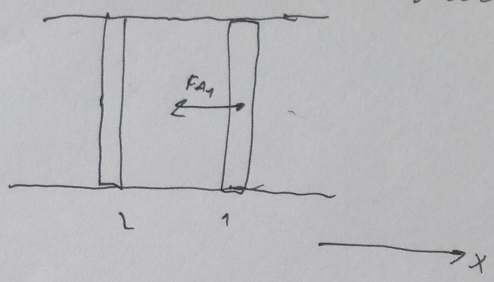


$$\cancel{\frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) = (n-1)\left(\frac{2}{R}\right) = (n-1)\cdot\frac{4}{D_л}}$$

$\cancel{D_л = 2R}$

5) $ma_{1_x} = -BIL$

$ma_{1_x} = -B^2L^2\frac{\Delta v}{5R}$



$\frac{m\Delta v_{1x}}{\Delta t} = -B^2L^2\frac{\Delta v}{5R}$

$m\Delta v_{1_x} = -B^2L^2\frac{\Delta v\Delta t}{5R}$, где Δv - скорость сближения =>

=> $\Delta v\Delta t = \Delta S$ - смещение между перемычками.

За продолжительный промежуток времени:

$\sum m\Delta v_1 = -\sum B^2L^2\frac{\Delta S}{5R}$

$m\sum\Delta v_1 = -B^2L^2\cdot\frac{1}{5R}\cdot\sum\Delta S$

$m(v - v_0) = -B^2L^2\frac{1}{5R}S$

$S = \frac{m(v-v_0)5R}{-B^2L^2} = \frac{m(\frac{2}{3}v_0 - v_0)5R}{-B^2L^2} = +\frac{5mRv_0}{3B^2L^2}$

Ответ: $S = \frac{5mRv_0}{3B^2L^2}$

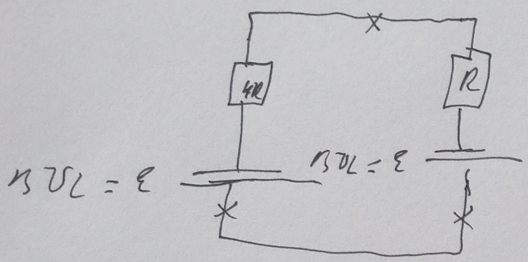
1) Ответ: $a_2 = \frac{2B^2L^2v_0}{5Rm}$

2) Ответ: $v = \frac{2}{3}v_0$

3) $S = \frac{5mRv_0}{3B^2L^2}$ увеличилось на S

Задача 4 Чистовик Лист 6

Если v_1 и v_2 сравняются, то $I_x = 0$



для 1:

$$ma_1 = BIL$$

$$ma_1 = BL\,\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{5R}$$

$$ma_1 = BL\,\frac{BL(v_1 - v_2)}{5R} = B^2L^2\frac{\Delta v}{5R}$$

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow m\frac{\Delta v_1}{\Delta t} = B^2L^2\frac{\Delta v}{5R}$$

для 2:

$$\frac{m}{2}a_2 = BIL$$

$$\frac{m}{2}a_2 = B^2L^2\frac{\Delta v}{5R}$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{2}\frac{\Delta v_2}{\Delta t} = B^2L^2\frac{\Delta v}{5R}$$

$$-m\,\Delta v_1 = \frac{m}{2}\Delta v_2 \qquad \frac{m}{2}\cdot a_{2x} = -m\,a_{1x}$$

$$-2\Delta v_1 = \Delta v_2$$

$$-2\sum\Delta v_1 = \sum\Delta v_2$$

до уст режима:

$$-2(v - v_0) = (v - 0)$$

$$-2v + 2v_0 = v$$

$$\cancel{v = 2v_0} \qquad 3v = 2v_0$$

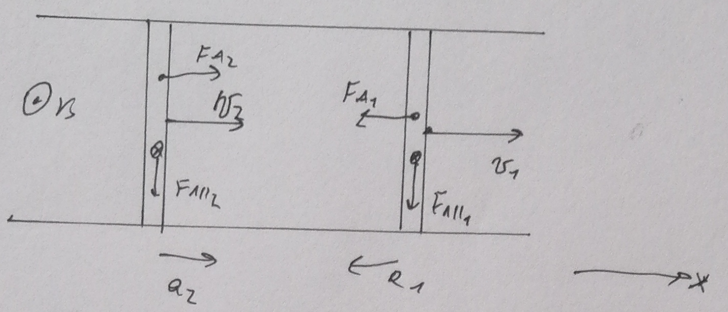
$$\boxed{v = \frac{2}{3}v_0}$$

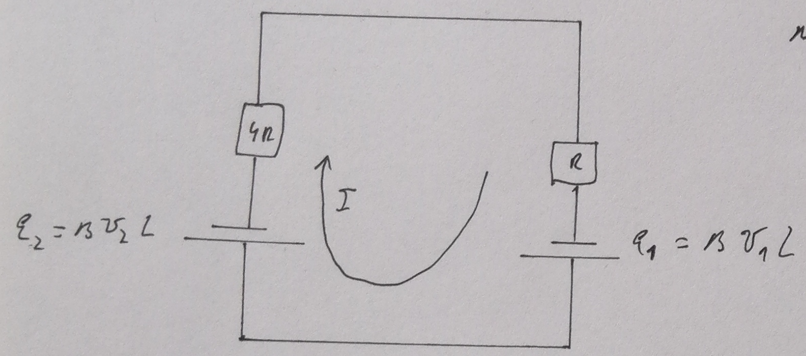
Ответ: $v = \frac{2}{3}v_0$

задача 4 чистовик

лист 5

4) в некоторый момент времени:





предположим $v_1 > v_2$

для 1 перемычки

2ЗН: $m_1 a_1 = F_{A_1}$

$m a_1 = B I L$

$a_1 = \frac{BIL}{m}$

тормозит перемычку 1

для 2 перемычки

2ЗН: $m_2 a_2 = F_{A_2}$

$\frac{m}{2} a_2 = B I L$

$a_2 = \frac{2BIL}{m}$

разгоняет перемычку 2

На протяжении всего процесса одна перемычка разгоняется, а другая тормозит, если у тормозящей перемычки скорость станет меньше, чем у разгоняющейся, то они поменяются (то есть та которая тормозила станет разгоняться, а та, которая ~~тормозила~~ разгонялась, станет тормозить)

$\Rightarrow$ через продолжительный промежуток времени

$v_1 = v_2 = v = const$ $\quad a = 0$

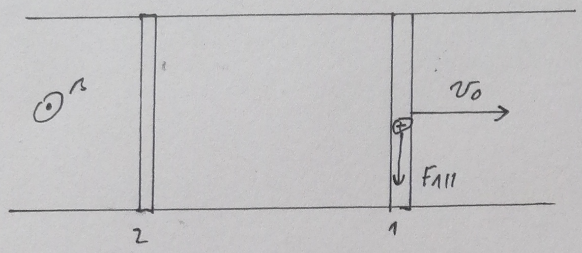
Задача 4 Чистовик лист 4

$m_1 = m$

$m_2 = \frac{m}{2}$

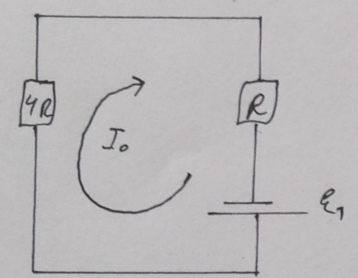
$R_1 = R$

$R_2 = 4R$



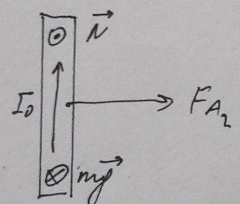
1) $F_{\Lambda 11}$ - составляющая силы Лоренца

2) $\mathcal{E}_1 = B v_0 L$



$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{5R} = \frac{B v_0 L}{5R}$$

3) Рассмотрим перемычку 2:



II Закон Ньютона:

$$m_2 \vec{a_2} = \vec{F_{A_2}}$$

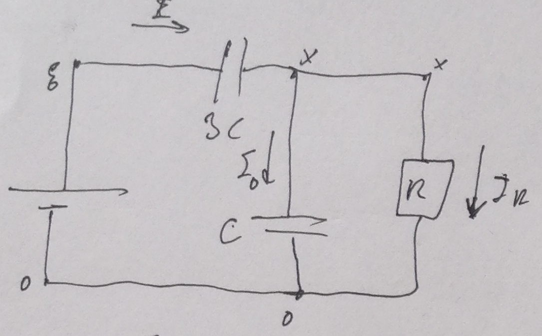
$$m_2 a_2 = F_{A_2}$$

$$\frac{m}{2} a_2 = B I_0 L$$

$$a_2 = \frac{2B I_0 L}{m} = \frac{2BL \cdot B v_0 L}{5Rm} = \frac{2B^2 L^2 v_0}{5Rm}$$

Ответ: $a_2 = \frac{2B^2 L^2 v_0}{5Rm}$

Задача 3 Чистовик Лист 3



$u_R = I_R \cdot R = ?$

$I = I_0 + I_R$

$q_{3C} = (ℰ - x)\,3C$

$q_{3C}' = \frac{ℰ - x}{\Delta t} \cdot 3C = \left(\frac{ℰ}{\Delta t} - \frac{x}{\Delta t}\right) 3C = \frac{ℰ}{\Delta t} \cdot 3C - \frac{x3C}{\Delta t} = \frac{3ℰC}{\Delta t} - 3I_0$

$q_C = Cx$

$I_0 = q_C' = \frac{x}{\Delta t} C$

$\frac{3ℰC}{\Delta t} - 3I_0 = I_0 + I_R$

$\frac{3ℰC}{\Delta t} = 4I_0 + I_R$

$ℰI = (ℰ - x)I + I_0 x + I_R \cdot u_R$

$ℰI = ℰI - Ix + I_0 x + I_R u_R$

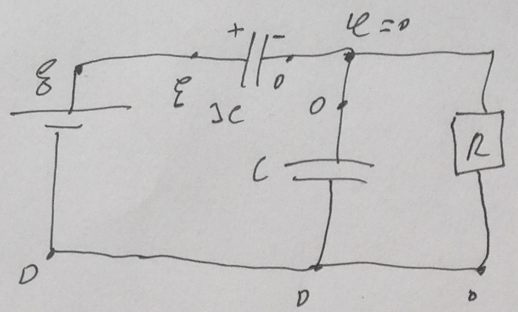
$I\cancel{x} = I_0 \cancel{x} + I_R u_R$

1) Ответ $I_R = \frac{3ℰ}{4R}$

2) Ответ: $Q = \frac{3}{8} Cℰ^2$

Задача 3 Чистовик Лист 2

3) Установившийся режим $I_C = 0 \Rightarrow I_R = 0 \Rightarrow \varphi = 0$



Видно, что C_2 полностью разрядился, а $q_{C_1} = 3C\mathcal{E}$

было: $q_1 = q = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$ $\qquad$ $q_2 = q = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$

стало $q_1^* = 3C\mathcal{E}$ $\qquad$ $q_2^* = 0$

$$A_{ст} = \Delta W + Q$$

$$A_{ст} = 0 - \frac{C\cdot(\frac{3}{4}\mathcal{E})^2}{2} + \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{3C(\frac{\mathcal{E}}{4})^2}{2} + Q$$

$$Q = A_{ст} - \frac{3C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{C\frac{9}{16}\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\frac{3}{16}C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$Q = A_{ст} - \frac{3\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\frac{12}{16}C\mathcal{E}^2}{2} = A_{ст} + \frac{\frac{3}{4}C\mathcal{E}^2 - 3\mathcal{E}^2}{2} = A_{ст} + \frac{\frac{3-12}{4}}{2}\cdot C\mathcal{E}^2$$

$$Q = A_{ст} - \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{4}\mathcal{E}^2 C - \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$$

$$A_{ст} = \mathcal{E}\cdot\Delta q = \mathcal{E}\cdot\frac{9}{4}\mathcal{E}C = \frac{9}{4}\mathcal{E}^2 C$$

$$\Delta q = q_1^* - q_1 = \frac{9}{4}C\mathcal{E}$$

Ответ: $Q = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$

21201868 (U322152 M1266353)