Часть 1

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

Шифр: **21202745**

ID профиля: **283068**

Вариант 4

Чистовик

Вариант 11-04

Задача №1.

Дано:

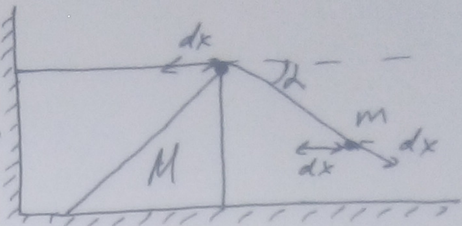
H, α

$\cos\alpha = \frac{8}{17}$

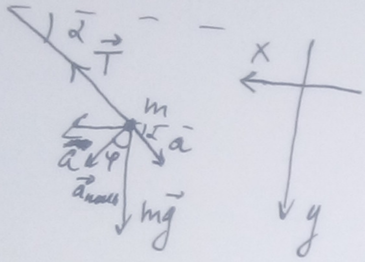
1) $\varphi = ?$
2) $a = ?$
3) $\frac{m}{M} = ?$
4) $t = ?$

Решение:

Пусть клин сдвинулся влево на dx, тогда шарик тоже сдвинулся на dx, а длина нити на которой он висит увеличилась на dx.



Тогда ускорение шарика раскладывается на две равные по модулю составляющие



тогда:

$$a_x = a - a\cos\alpha = a(1-\cos\alpha)$$

$$a_y = a\sin\alpha$$

тогда угол φ между вертикалью и полным ускорением шара такой, что:

$$\cancel{tg\,\varphi = \frac{a_y}{a_x} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}}$$

$$tg\,\varphi = \frac{a_x}{a_y} = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{9}{15} = 0{,}6$$

Т.к. клин сдвигается на dx, то a и есть ускорение клина.

2-й Закон Ньютона для шара:

$$\begin{cases} ma(1-\cos\alpha) = T\cos\alpha \\ ma\sin\alpha = mg - T\sin\alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m(g - a\sin\alpha)}{\sin\alpha} = \frac{ma(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g\cos\alpha = a\sin\alpha \Rightarrow a = g\,ctg\,\alpha$$

$$a = 10 \cdot \frac{8}{15}\ \frac{м}{с^2} \approx 5{,}3\ \frac{м}{с^2}$$

Чистовик

Продолжение Задачи № 1

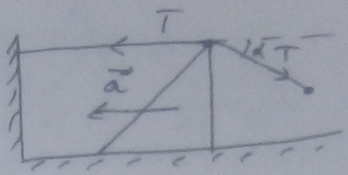
Чистовик
Вариант 11-04

2-й Закон Ньютона для клина:

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

для шара же имеем

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



тогда:

$$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} = \frac{\frac{8}{17}}{\frac{9^2}{17^2}} = \frac{8\cdot 17}{81} = \frac{136}{81} \approx 1{,}7$$

Т.к. $a_y = const$ $H = \frac{a_y t^2}{2}$, тогда:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cos\alpha}} = \sqrt{\frac{34}{8}\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$$

Ответ: 1) $tg\,\varphi = 0{,}6$ 2) $a \approx 5{,}3\ \frac{м}{с^2}$

3) $\frac{m}{M} \approx 1{,}7$ 4) $t = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$

Чистовик
Вариант 11-04

Задача №2

Дано:
ν, T_0
$C(T) = \frac{9}{5}R\frac{T}{T_0}$

1) $Q_1 = ?$
2) $T_1 = ?$
3) $A_{min} = ?$

Решение:
$C = \frac{dQ}{\nu dT} \Rightarrow dQ = \nu C(T) dT$, тогда
$$Q_1 = \left| \int_{T_0}^{\frac{3T_0}{4}} \nu \frac{9R}{5T_0} T\, dT \right| =$$
$$= \frac{9\nu R}{5T_0} \left. \frac{T^2}{2} \right|_{\frac{3T_0}{4}}^{T_0} = \frac{9\nu R}{5T_0}\left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{9}{16}\frac{T_0^2}{2}\right) =$$
$$= \frac{9\nu R T_0}{10}\left(1 - \frac{9}{16}\right) = \frac{63\nu R T_0}{160}$$

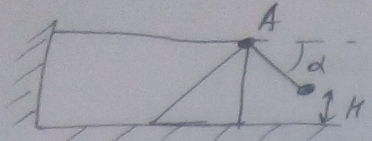
Первый закон термодинамики:
$$\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow \delta A = \delta Q - dU$$
$$A = \int_{T_0}^{T_x} \delta Q - \int_{T_0}^{T_x} \frac{3}{2}\nu R\, dT$$, где T_x — температура до которой охлаждается газ
$$A = \int_{T_0}^{T_x} \frac{9\nu R}{5T_0} T\, dT - \int_{T_0}^{T_x} \frac{3}{2}\nu R\, dT =$$
$$= \frac{9\nu R}{5T_0}\left(\frac{T_x^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3\nu R}{2}(T_x - T_0)$$ — парабола ветви вверх относительно T_x. Минимальна при $\frac{dA}{dT_x} = 0$.
$$\frac{9\nu R}{5T_0} T_x - \frac{3\nu R}{2} = 0 \Rightarrow T_x = \frac{15}{18}T_0 = \frac{5}{6}T_0$$
тогда $T_1 = \frac{5T_0}{6}$
а минимальная работа равна:
$$A_{min} = A(T_1) = \frac{9\nu R}{10T_0}\left(\frac{25}{36} - 1\right)T_0^2 + \frac{3\nu R}{2}\frac{T_0}{6} =$$
$$= -\frac{\nu R T_0}{40}$$

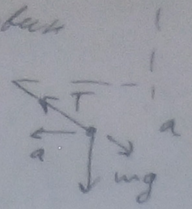
Ответ: 1) $\frac{63\nu R T_0}{160}$ 2) $\frac{5T_0}{6}$ 3) $-\frac{\nu R T_0}{40}$

3

21202745 (U283068 M1266294)

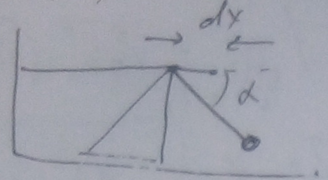
Черновик

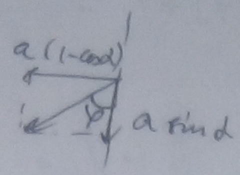




$a_y m = mg - T\sin\alpha$

$a_x m = T\cos\alpha$





$a_y = a\sin\alpha$

$a_x = a(1-\cos\alpha)$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\frac{64}{17^2}} = \frac{\sqrt{(17-8)(17+8)}}{17} = \frac{\sqrt{9\cdot 25}}{17}$

$\boxed{\text{Отв}: \ tg\varphi = 0{,}6}$

$tg\varphi = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{1-\frac{8}{17}}{\frac{15}{17}} = \frac{17-8}{15} = \frac{3}{5}$ $\sin\alpha = \frac{15}{17}$

$= \frac{2\cdot 8}{3}$ $\frac{10\cdot 8}{15}$

$T\sin\alpha = mg - ma\sin\alpha$

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

$\boxed{a = g\,ctg\,\alpha = g\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}}$

$\frac{\cancel{m}(g - a\sin\alpha)}{\sin\alpha} = \frac{\cancel{m}a(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha}$

$g\cos\alpha \cancel{- a\sin\alpha\cos\alpha} = a\sin\alpha \cancel{- a\sin\alpha\cos\alpha}$

$a_{полн} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{g^2\cos^2\alpha + g\left(\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}(1-\cos\alpha)\right)^2} =$

$= g\sqrt{\frac{8^2}{17^2} + \frac{8^2}{15^2}\cancel{8}\frac{9^2}{17^2}} = \frac{8}{17}g\sqrt{1+\left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{8g}{17\cdot 5}\sqrt{34}$

$\begin{cases} T(1-\cos\alpha) = Ma \\ T\cos\alpha = a(1-\cos\alpha)m \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2}$

$\frac{m}{M} = \frac{\frac{8}{\cancel{17}}}{\frac{9^2}{17^{\cancel{2}}}} = \frac{8\cdot 17}{81} = \frac{80+56}{81} = \frac{136}{81} \approx 1{,}7$

$H = \frac{a_y t^2}{2}$ $t = \sqrt{\frac{2H}{a\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cos\alpha}} = \sqrt{\frac{34H}{8g}}$

$t = \sqrt{\frac{17H}{4g}}$

21202745 (U283068 M1266294)

Черновик

$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$ $\qquad dQ = c\nu\, dT$

$$Q_1 = \nu \int_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}\, dT = \frac{9\nu R}{5T_0} \frac{T^2}{2}\Big|_{\frac{3T_0}{4} = T_1}^{T_0} = \frac{9\nu R}{10T_0}\left(T_0^2 - T_1^2\right)$$

$$Q_1 = \frac{9\nu R}{10T_0}\left(T_0^2 - \frac{9}{16}T_0^2\right) = \frac{9\nu R T_0}{10}\cdot\frac{7}{16} = \frac{63}{160}\nu R T_0$$

$Q' =$ $\quad dQ = dU + \delta A = \cancel{dA\, p\, dV} + \frac{5}{2}\nu R\, dT + dA$

$$A = \int \frac{5}{2}\nu R\, dT + \int dQ = \frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{9}{10}\frac{\nu R}{T_0}\left(T_0^2 - T_1^2\right)$$

$\frac{5}{2}\nu R = \frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0} T_1 \Rightarrow$ $\qquad T_1 = \frac{25}{18}T_0$ / Не - удов.

$\cancel{A = \frac{5}{2}}$

$$\begin{array}{r} 36 \\ -\,25 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$A = -\frac{9\nu R T_0}{10}\cdot\frac{11}{36\cdot 4} + \frac{\nu R T_0}{4} =$$

$$= \left(1 - \frac{11}{10}\right)\frac{\nu R T_0}{4} = -\frac{\nu R T_0}{40}$$

Часть 2

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

Шифр: **21202745**

ID профиля: **283068**

Вариант 4

Цитовик

Вариант 11-04

Задача № 3

Дано:

$C_2 = C$

$C_1 = 5C$

$\mathcal{E}$, R

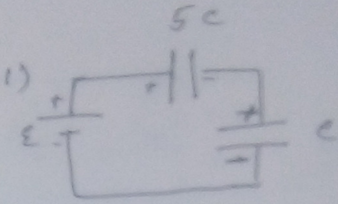
1) $I_0 = ?$

2) $Q = ?$

3) $I_R = ?$

Решение:

(1) – до замыкание ключа

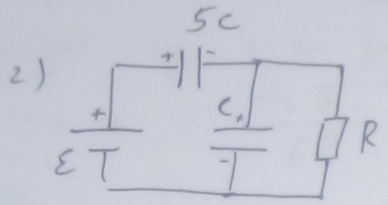


т.к. изначально конденсаторы не заряжены:

$5CU_1 = CU_2 = q_0$, где U_1 – начальное напряжение на C_1, U_2 – начальное напряжение на C_2, q_0 – их заряд.

тогда

$U_1 + U_2 = \mathcal{E} \Rightarrow \begin{cases} U_1 = \frac{\mathcal{E}}{6} \\ U_2 = \frac{5\mathcal{E}}{6} \end{cases}$ $\quad q_0 = 5CU_1 = \frac{5C\mathcal{E}}{6}$



(2) – после замыкания ключа

$I_0 R = U_2 = \frac{5\mathcal{E}}{6}$

(т.к. U_2 не изменяется мгновенно)

$I_0 = \frac{5\mathcal{E}}{6R}$

после прошествие времени, в установившемся режиме ток через C_1 и C_2 не течёт значит через R ток тоже не течет $\Rightarrow U_2' = 0$

$U_1' = \mathcal{E}$ $\quad q_0' = 5C\mathcal{E}$

1-2:

$A_{ист.} = \Delta W + Q$

$\mathcal{E}\left(5C\mathcal{E} - \frac{5}{6}C\mathcal{E}\right) = \frac{5C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{5C\left(\frac{\mathcal{E}}{6}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{5\mathcal{E}}{6}\right)^2}{2} + Q$

отсюда $Q = \frac{25}{18}C\mathcal{E}^2$

в произвольный момент времени:

$-\mathcal{E} + \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C} = 0 \Rightarrow I_1 + 5I_2 = 0$

1

, где I_1 и I_2 токи через C_1 и C_2, тогда ток через C_1 в то время как через C_2 ток I_0 равен $5I_0$ и направлен в противоположную сторону. Тогда через R ток $6I_0$

Ответ: 1) $\frac{5\mathcal{E}}{6R}$ 2) $\frac{25}{18}C\mathcal{E}^2$ 3) $6I_0$

21202745 (U283068 M1266295)

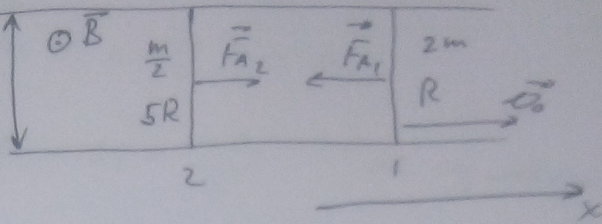
Чистовик
Вариант 11-04

Задача № 4

Дано:
$m_1 = 2m$
$m_2 = \frac{m}{2}$
$R_1 = R$
$R_2 = 5R$
L, B, v_0

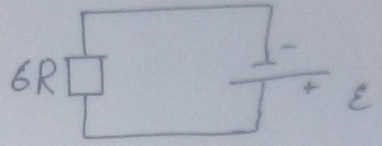
1) $a = ?$
2) $u = ?$
3) Δx

Решение:



в начальный момент скорость (2) равна нулю, тогда:

$\mathcal{E} = B v_0 L$



$F_{A_1} = I_0 B L = \frac{\mathcal{E} B L}{6R} = \frac{v_0 B^2 L^2}{6R}$, F_{A_1} – действ. на (1).

тогда из 2-го закона Ньютона для (1):

$2ma = \frac{v_0 B^2 L^2}{6R} \Rightarrow a = \frac{v_0 B^2 L^2}{12 m R}$

Через продолжительный промежуток времени режим установившийся: $v_1 = v_2 \Rightarrow \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$

Т.к. ток через (1) и (2) отличается только направлением то $\vec{F}_{A2} = -\vec{F}_{A1}$, и суммарная сила действующая на (1) и (2) всегда равна 0. тогда из закона сохранения импульса:

$2m v_0 = (2m + \frac{m}{2}) u \Rightarrow u = \frac{4}{5} v_0$

3) 2-й закон Ньютона для (1) (в произвольный момент времени)

$x: m_1 \frac{dv}{dt} = -\frac{v B^2 L^2}{6R} \Rightarrow m_1 dv = -\frac{B^2 L^2}{6R} dx$

тогда (1) к моменту, когда её скорость станет u пройдёт

$v_0 - \frac{4}{5} v_0 = \frac{B^2 L^2}{6 R m_1} x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{6 R m_1 v_0}{5 B^2 L^2}$ 2

аналогично для (2): $x_2 = \frac{6 R m_2 4 v_0}{5 B^2 L^2}$

21202745 (U283068 M1266295)

Илютович

Вариант 11-04

Продолжение задачи № 4

тогда расстояние между ними увеличится на:

$$\Delta X = X_1 - X_2 = \frac{6 R v_0}{5 B^2 L^2}\left(2m - 4 \cdot \frac{m}{2}\right) = 0$$

Ответ: 1) $\frac{v_0 B^2 L^2}{12 m R}$ 2) $v_1 = v_2 = \frac{4 v_0}{5}$ 3) не изменится

3

21202745 (U283068 M1266295)

Чистовик

Вариант 11-04

Задача №5

Дано:

$F = 24$ см

$H = 9$ см

$d = 96$ см

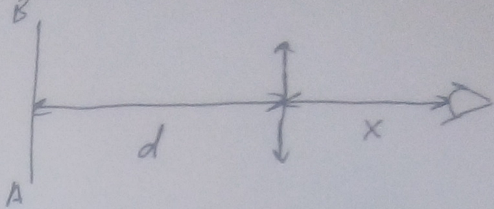
$d_0 = 24$ см

1) $x = ?$

2) $D_м = ?$

3) $y = ?$

Решение:

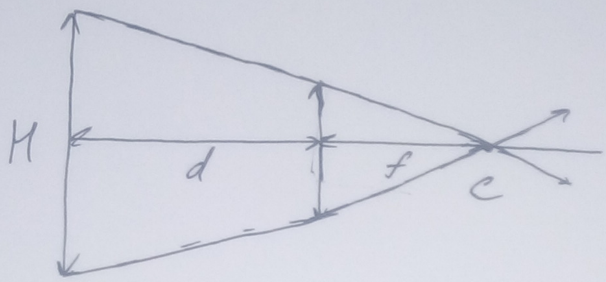


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

где f – расстояние от действительного изображения до линзы

$$f = \frac{Fd}{d-F} = 32 \text{ см}$$

тогда глаз должен находиться на расстоянии: $x = f + d_0 = 56$ см



показанный на рисунке пучок лучей попадает в глаз через линзу т.е. в виде изображения, тогда чтобы полностью видеть AB $D_м$ должно быть:

$$\frac{D_м}{f} = \frac{H}{f+d} \Rightarrow D_м = \frac{f}{f+d} H = \frac{9}{4} = 2{,}25 \text{ см}$$

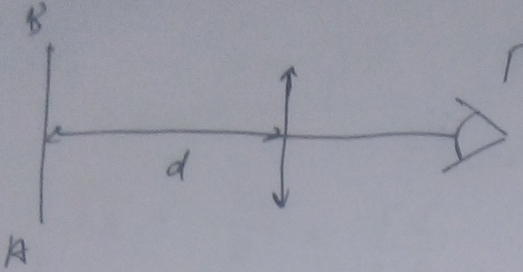
Чтобы не видеть ни одной детали изображения экран должен находиться в точке C, т.е. на расстоянии f от линзы прямо в изображении. $y = f = 32$ см

Ответ: 1) 56 см 2) 2,25 см 3) 32 см

4

21202745 (U283068 M1266295)

№5



$F = 24$ cm

$H = AB = 9$ cm

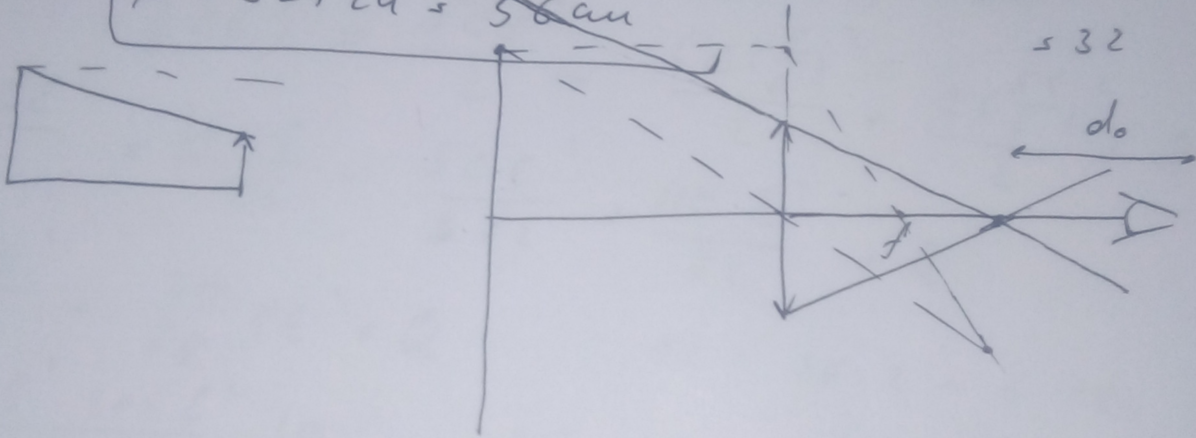
$d = 96$ cm

$$D_0 = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \qquad X = f + d_0$$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{24\cdot 96}{96-24} = \frac{24\cdot 96}{72} = \frac{\cancel{6}^2\cdot\cancel{4}^2\cdot 16}{\cancel{36}\cdot\cancel{2}} = 32$$

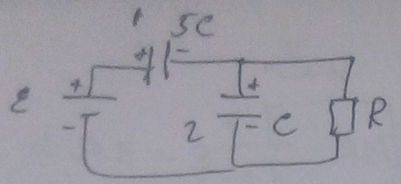
$X = 32 + 24 = 56$ cm



$$\frac{32}{32+96}\cdot 9$$

128

Черновик

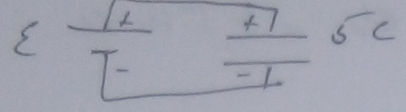


$q_1 = 5Cu_1 = Cu_2 \qquad u_2 = 5u_1$

$\mathcal{E} = u_1 + u_2 = 6u_1 \Rightarrow u_1 = \frac{\mathcal{E}}{6}$

$$\boxed{I_R = \frac{u_2}{R} = \frac{5\mathcal{E}}{6R}}$$

$q_1 = 5C\frac{\mathcal{E}}{6} = \frac{5}{6}C\mathcal{E} \qquad u_2 = \frac{5\mathcal{E}}{6}$



$u_1' = \mathcal{E} \qquad q_2 = 5C\mathcal{E}$

$u_2' = 0$

$A_{ист} = \Delta W + Q$

$$\mathcal{E}\left(5C\mathcal{E} - \frac{5}{6}C\mathcal{E}\right) = \frac{5C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{5C\left(\frac{\mathcal{E}}{6}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{5\mathcal{E}}{6}\right)^2}{2} + Q$$

$$\frac{25C\mathcal{E}^2}{6} = \frac{15C\mathcal{E}^2}{6} - \frac{5C\mathcal{E}^2}{72} + \frac{25C\mathcal{E}^2}{72} + Q$$

$$\frac{10C\mathcal{E}^2}{6} = \frac{20}{72}C\mathcal{E}^2 + Q \qquad 72 = 36\cdot 2 = 6\cdot 12$$

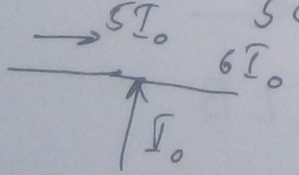
$$\frac{120C\mathcal{E}^2 - 20C\mathcal{E}^2}{72} = \boxed{Q = \frac{25}{18}C\mathcal{E}^2}$$

$i = C\dot{u} = C\dot{I}R$

$I_C = CR\frac{dI}{dt} \qquad \Delta I = \frac{1}{RC} I_C\, dt =$

$I_R + I_C = I_{общ}$

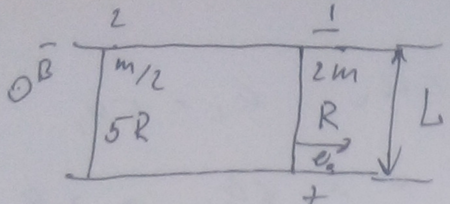
$-\mathcal{E} + \frac{q_1}{5C} + \frac{q_2}{C} = 0 \Rightarrow I_{общ} + 5I_0 = 0$



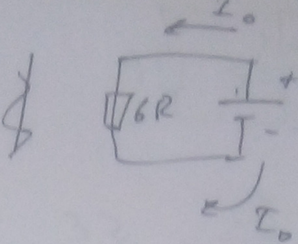
$I_{общ} = -5I_0$

$I_R = 6I_0$

Черновик



<=>



$\varepsilon = B v_0 L$

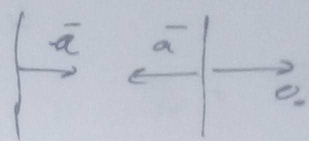
$$I_0 = \frac{B v_0 L}{6R}$$

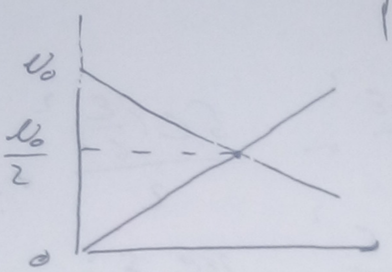
$\varepsilon_1 = \varepsilon_2$

$$F_A = I_0 L B = \frac{v_0 (BL)^2}{6R}$$

$2m v_0 = 2{,}5 m u$

$$\boxed{u = \frac{4}{5} v_0}$$





$$m \frac{dv}{dt} = \frac{(BL)^2}{6R} v$$

$$m \int \frac{dv}{v} = -\int \frac{(BL)^2}{6R} dt$$

$$m_1 dv = \frac{(BL)^2}{6R} dx$$

$$m \ln \frac{v}{v_0} = \frac{(BL)^2}{6R} t \Big\}, t \to \infty$$

$$m_1 v_1 = \frac{(BL)^2}{6R} x_1$$

$$\ln \frac{v}{v_0} \to \infty$$

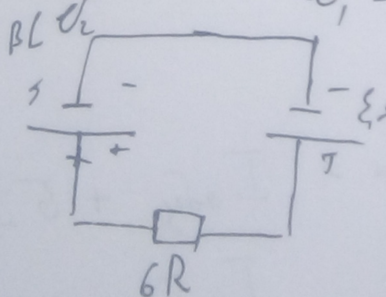
$$m_2 v_1 = \frac{(BL)^2}{6R} x_2$$

$$\boxed{\Delta x = \frac{6R}{(BL)^2} \Delta p}$$

Дше ?.

$$\frac{dv}{v} = -\frac{B^2 L^2}{m_1 6R} dt \qquad v_2 =$$

$$v_1 = v_0 e^{-\frac{B^2 L^2 t}{m_1 6R}} \Rightarrow u_\infty = 0$$



$\varepsilon = BL v_1$

~~$v_1 = v_0$~~

$$F_A = ILB$$

21202745 (U283068 M1266295)