Часть 1

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

Шифр: **21201937**

ID профиля: **383394**

Вариант 4

Чистовик Вариант 11-04

№2

Дано:

ν

T_0

$T_1 = \frac{3}{4}T_0$

$Q_1'(T_1) = ?$

$T_2 = ?$

$A(T_2) = ?$

Решение:

1) $\delta Q' = -\nu C(T)\,dT = -\frac{9}{5}\nu R \frac{T}{T_0}dT$

$$\int_0^{Q_1'} \delta Q' = -\nu R \cdot \int_{T_0}^{T_1} \frac{9}{5}\frac{T}{T_0}dT = -\frac{9\nu R}{5T_0}\int_{T_0}^{T_1} T\,dT = +\frac{9\nu R}{5T_0}\cdot\frac{1}{2}\left(T_0^2 - T_1^2\right) =$$

$$= \frac{9}{10}\frac{\nu R}{T_0}\cdot T_0^2\left(1 - \frac{9}{16}\right) = \frac{9\cdot 7}{10\cdot 16}\cdot\nu R T_0 = \frac{63}{160}\nu R T_0$$

$Q_1' = \frac{63}{160}\nu R T_0$

2) $\delta Q = \delta A + dU$; $\delta A = \delta Q - dU = \frac{9}{5}\nu R\frac{T}{T_0}dT - \frac{3}{2}\nu R\,dT = \nu R\left(\frac{9T}{5T_0} - \frac{3}{2}\right)dT$. $A = \Sigma\delta A$

$$\Sigma\delta A = \Sigma\,\nu R\left(\frac{9T}{5T_0} - \frac{3}{2}\right)dT = \nu R\int_{T_0}^{T}\left(\frac{9T}{5T_0} - \frac{3}{2}\right)dT = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T\right)\Bigg|_{T_0}^{T} =$$

$$= \nu R\left(\frac{9T^2}{10T_0} - \frac{3}{2}T - \frac{9T_0^{\cancel{2}}}{10\cancel{T_0}} + \frac{3}{2}T_0\right) = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T + \frac{3}{5}T_0\right)$$

$A(T) = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T + \frac{3}{5}T_0\right)$, т.к. $A(T_2)$ - min $\Rightarrow \dot{A}(T_2) = 0$

$\dot{A}(T_2) = \nu R\left(\frac{9}{5}\frac{T_2}{T_0} - \frac{3}{2} + 0\right) = 0 \Rightarrow \frac{9T_2}{5T_0} = \frac{3}{2}$; $18T_2 = 15T_0$; $\underbrace{T_2 = \frac{5}{6}T_0}$

3) $A(T_2) = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T_2^2}{T_0} - \frac{3}{2}T_2 + \frac{3}{5}T_0\right) = \nu R\left(\frac{9}{10}\cdot\frac{25}{36}T_0 - \frac{3}{2}\cdot\frac{5}{6}T_0 + \frac{3}{5}T_0\right) =$

$$= \nu R\left(\frac{5}{8}T_0 - \frac{5}{4}T_0 + \frac{3}{5}T_0\right) = \nu R T_0\cdot\left(\frac{3}{5} - \frac{5}{8}\right) = \frac{24-25}{40}\nu R T_0 = -\frac{1}{40}\nu R T_0$$

Ответы: $Q_1 = \frac{63}{160}\nu R T_0$; $T_2 = \frac{5}{6}T_0$; $A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{40}$

Чистовик Вариант 11-04

№ 01

Дано:

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

$\sin\alpha = \frac{15}{17}$

α - const

H

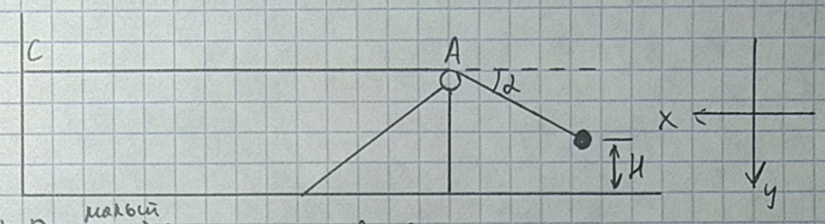
1) $\varphi = ?$

2) $a_к = ?$

3) $\frac{m}{M} = ?$

4) T

Решение:



1) Рассм. малый сдвиг клина влево на Δl:

тогда раст. от т.А до шара увеличится так же на Δl, а угол не изм.

распишем длину нити между т.А и шаром:

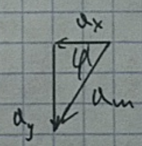
$$l_0 + \Delta l = \sqrt{(l_0 \cdot \cos\alpha + \Delta l)^2 + (l_0 \sin\alpha + \Delta y)^2}$$

$$l_0^2 + 2 l_0 \Delta l + \Delta l^2 = l_0^2 + 2\Delta l\, l_0 \cos\alpha + \Delta l^2 + 2\Delta y\, l_0 \sin\alpha + \Delta y^2$$; в силу малости Δl $\Delta y^2 \to 0$

$$2 l_0 \Delta l = 2 l_0 \cos\alpha\, \Delta l + 2 l_0 \sin\alpha\, \Delta y$$

$\Delta l (1 - \cos\alpha) = \Delta y \sin\alpha$; $\Delta y = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} \Delta l$, так же относ. и a_y к a_x

$$\frac{a_y}{a_x} = \frac{\frac{9}{17}}{\frac{15}{17}} = \frac{3}{5} = \operatorname{tg}\varphi$$



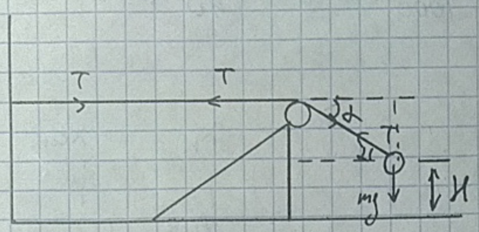
Отве

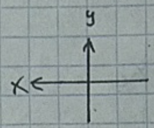
Черновик   Вариант 11-04

№ 01

Дано:
$\cos\alpha = \frac{8}{17}$
$\sin\alpha = \frac{15}{17}$
H

Решение:





т.к. угол $\alpha = const$, то ускор шарика по верт $a_y = 0$

2 ЗН для шарика:

№ 02

Дано:
ν
T_0

$Q(\frac{3}{4}T_0)$
$T_{min} ?$
$A_{min} = ?$

Решение:

$$C(T) = \frac{9}{5}R\frac{T}{T_0}$$

$$\delta Q_1' = \nu C dT = \frac{9}{5}\nu R\frac{T}{T_0}dT$$

$$\int_0^{Q_1'} \delta Q = \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} \frac{9}{5}\nu R\frac{T}{T_0}dT = \frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} T dT = \frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{1}{2}\left(\left(\frac{3}{4}T_0\right)^2 - T_0^2\right) = \frac{9}{10}\frac{\nu R}{T_0}T_0^2(0{,}75^2 - 1) = -0{,}39375\,\nu R T_0$$

$$Q_1' = -Q_1 \Rightarrow Q_1 = 0{,}39375\,\nu R T_0 \approx 0{,}39\,\nu R T_0$$

$$\delta Q = \delta A + dU$$

$$\nu C(T)dT = pdV + \frac{3}{2}\nu R dT \;;\; \delta A = \nu\left(C(T) - \frac{3}{2}R\right)dT = \nu\left(\frac{9}{5}R\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}R\right)dT = \nu R\left(\frac{9}{5}\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right)dT$$

$$\int_0^A \delta A = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T\right)\Bigg|_{T_0}^{T} = \nu R\left(\frac{9T^2}{10T_0} - \frac{9T_0^2}{10T_0} - \frac{3}{2}T + \frac{3}{2}T_0\right) = \nu R\left(0{,}9\frac{T^2}{T_0} - 1{,}5T + 0{,}6T_0\right) \;;\; A(T) = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T + \frac{3}{5}T_0\right)$$

$\dot{A}(T) = \nu R\left(\frac{9}{5}\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2} + 0\right)$ (т.к. при T_{min} − A_{min}, то) $\dot{A}(T_{min}) = 0 \Rightarrow$

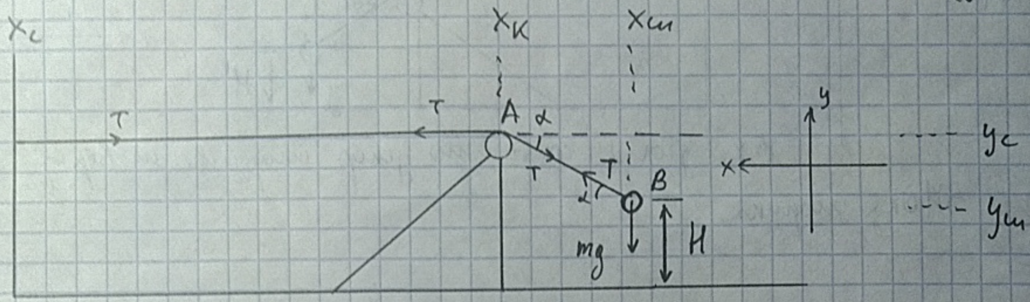
$$\frac{9T_{min}}{5T_0} - \frac{3}{2} = 0 \qquad 18T_{min} = 15T_0 \;;\; T_{min} = \frac{5}{6}T_0$$

$$A_{min}(T_{min}) = \nu R\left(\frac{9T_{min}^2}{10\,T_0} - \frac{3}{2}T_{min} + \frac{3}{5}T_0\right) = \nu R\cdot\left(\frac{\cancel{9}}{\cancel{10}}\cdot\frac{\cancel{25}}{\cancel{36}}\cdot T_0 - \frac{\cancel{3}}{2}\cdot\frac{5}{\cancel{6}}T_0 + \frac{3}{5}T_0\right) = \qquad T_{min} = \frac{5}{6}T_0$$

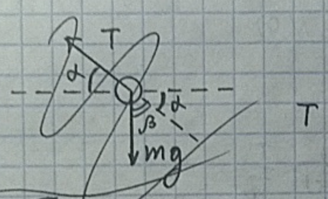
$$= \nu R\left(\cancel{\tfrac{45}{72}}\frac{5}{8}T_0 - \frac{5}{4}T_0 + \frac{3}{5}T_0\right) = \nu R\left(-\frac{5}{8}T_0 + \frac{3}{5}T_0\right) = \nu R T_0 \cdot (-0{,}025)$$

$$= -0{,}025\,\nu R T_0 = -\frac{25}{1000}\nu R T_0 = -\frac{1}{40}\nu R T_0$$

$$AB = \sqrt{(x_к - x_ш)^2 + (y_c - y_ш)^2}$$



$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$



~~т.к. угол – const, то $T\sin\alpha = mg$~~

Если клин пройдёт малое расстояние ΔX, то и т. A сдвинется на ΔX

т.к. угол const, то шар также сдвинется на ΔX за клином

но длина нити между клином и шаром увел. на ΔX

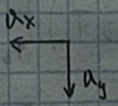
$$L = x_c - x_к + \sqrt{x_к - x_ш}$$

$$L^2 = (x_c - x_к)^2 + (x_к - x_ш)^2 + (y_к - y_ш) = x_c^2 - 2x_c x_к + x_к^2 + x_к^2 - 2x_к x_ш$$

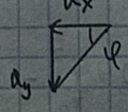
$$AB + l = \sqrt{(AB_x + l)^2 + (AB_y + y)^2}$$

$$\cancel{AB^2} + 2ABl + \cancel{l^2} = \cancel{AB^2} + 2AB_x l + 2AB_y y + \cancel{l^2} + y^2 \approx 0$$

$$\cancel{2}ABl = \cancel{2}AB\sin\alpha\, y \qquad y = \frac{l}{\sin\alpha}$$

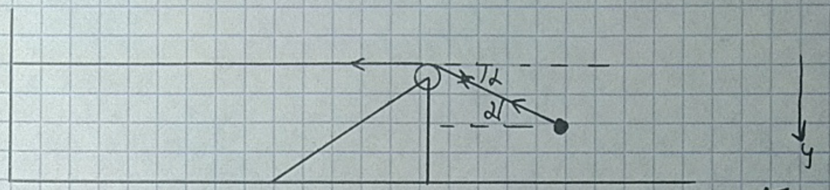


$a_y = \frac{17}{15}a_x$



$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{17}{15}$

Черновик



$tg\varphi = \frac{17}{15} = \frac{a_y}{a_x}$

$a_y = tg\varphi \, a_x$

2 ЗН для шарика

$ma_x = T\cos\alpha \qquad T = \frac{ma_x}{\cos\alpha}$

$ma_y = mg - T\sin\alpha = mg - ma_x tg\alpha \quad |:m$

$a_x tg\alpha + a_y = g$

$a_x(tg\alpha + tg\varphi) = g \;;\; a_x = \frac{g}{tg\alpha + tg\varphi} = \frac{g}{\frac{17}{15} + \frac{15}{8}} = \frac{g}{\cancel{1368}} = \frac{120}{361}g$

$a_y = \frac{17}{\cancel{15}} \cdot \frac{\cancel{120}}{361} = \frac{136}{361}g$

$a = g\sqrt{\frac{\cancel{1}}{361}} = a_y^2 + a_x^2 \approx 0{,}487g$

$T - T\cos\alpha = Ma_x$

$\frac{m}{M} = \frac{T\cos\alpha}{T(1-\cos\alpha)} = \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{8}{17(\frac{9}{17})} = \frac{8}{9}$

$H = \frac{a_x T^2}{2} \;;\; T = \sqrt{\frac{2H}{a_x}} = \sqrt{\frac{361H}{60g}}$

Часть 2

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

Шифр: **21201937**

ID профиля: **383394**

Вариант 4

Чистовик Вариант 11-04

№04

Дано:

B

L

m

R

v_0

1) $a_0 = ?$

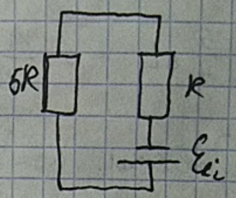
2) $v_1 = ?; v_2 = ?$

3) $\Delta L = ?$

Решение:

1) В нач. момент

$\mathcal{E}_{i} = \frac{F_A \cdot L}{q} = B v_0 L = I_i \cdot R_{общ}$; в нач. момент:



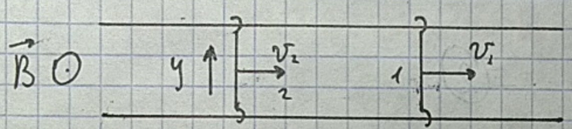
$R_{общ} = 6R$, $I_i = \frac{B v_0 L}{6R}$

$F_{AM} = B I_i L = \frac{B^2 L^2 v_0}{6R}$

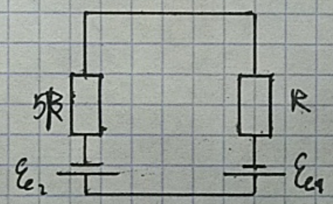
2 ЗН для 1 перемычки:

$2 m a_0 = \frac{B^2 L^2 v_0}{6R}$; $a_0 = \frac{B^2 L^2 v_0}{12 m R}$

2) Рассмотрим момент времени, когда перемычка 2 пришла в движение:



т.к. по перемычке 1 ток идёт сверху вниз (по рис.), то F_{AM} будет её тормозить, а 2 перемычку разгонять причём в одну с перемычкой 1 сторону.



$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{6R} = \frac{B v_1 L - B v_2 L}{6R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{6R}$

$F_{AM} = I B L = \frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{6R}$

Заметим, что F_{AM} равны по модулю и обратны по направлению, т.е. импульс в системе сохр.

$2 m v_0 = 2 m v_1 + \frac{1}{2} m v_2 \Rightarrow 4 v_0 = 4 v_1 + v_2$

Заметим так же, что когда $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$ движение станет равномерным

$v_1 = v_2 = v \pm$ $v = \frac{4}{5} v_0$

$2 m a_1 = \frac{B^2 L^2 (5 v_1 - 4 v_0)}{6R}$ (2 ЗН для 1 перемычки)

$\frac{1}{2} m a_2 = \frac{B^2 L^2 (v_0 - \frac{5}{4} v_2)}{6R}$ (2 ЗН для 2 перемычки)

1

$2 m |\Delta v_1| = \frac{B^2 L^2 (5 v_1 \Delta t - 4 v_0 \Delta t)}{6R}$

$\frac{1}{2} m |\Delta v_2| = \frac{B^2 L^2 (v_0 \Delta t - \frac{5}{4} v_2 \Delta t)}{6R}$

просуммируем вычтем:

$$12mR\frac{1}{5}v_0 = B^2L^2(5L_1 - 4v_0T) \Rightarrow v_0T = \frac{5}{4}L_1 - \frac{\cancel{12}^{3}}{\cancel{20}_{5}}\frac{mRv_0}{B^2L^2}$$

$$\frac{12}{5}mRv_0 = B^2L^2\left(v_0T - \frac{5}{4}L_2\right) \Rightarrow v_0T = \frac{12}{5}\frac{mRv_0}{B^2L^2} + \frac{5}{4}L_2$$

$$\frac{5}{4}\Delta L = 3\frac{mRv_0}{B^2L^2}\ ; \quad \Delta L = \frac{12}{5}\frac{mRv_0}{B^2L^2}$$

Ответы: $a_0 = \frac{B^2L^2v_0}{12mR}$; $v_1 = v_2 = \frac{4}{5}v$; $\Delta L = \frac{12}{5}\frac{mRv_0}{B^2L^2}$

2

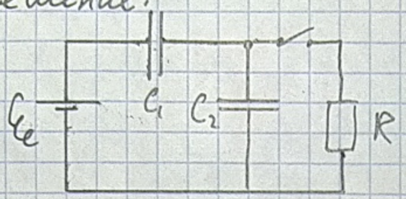
Чистовик Вариант 11-04

№3

Дано:
$C_1 = 5C$
$C_2 = C$
$\mathcal{E}_e$
R
Y_0

1) $Y_1 = ?$
2) $Q = ?$
3) $Y_R = ?$

Решение:



1) до замыкания:
т.к. конденсаторы вкл. послед. $\Rightarrow q_1 = q_2$

$C_1 U_1 = C_2 U_2 \Rightarrow U_2 = 5U_1$

$\mathcal{E}_e = U_1 + U_2 = 6U_1$; $U_1 = \frac{1}{6}\mathcal{E}_e$

В момент замыкания:

$\mathcal{E}_e = U_1 + Y_1 R$; $Y_1 = \frac{\mathcal{E}_e - U_1}{R} = \frac{5}{6}\frac{\mathcal{E}_e}{R}$

2) через долгое время после замыкания: тока нет

$U_1' = \mathcal{E}_e$; $U_2' = 0$; $q_1' = C_1 U_1' = 5C\mathcal{E}_e$ $\Delta q = 5C\mathcal{E}_e - \frac{5}{6}C\mathcal{E}_e = \frac{25}{6}C\mathcal{E}_e$

ЗСЭ:

$A + E_1 = E_2 + Q$; $E_1 = \frac{5CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} = \frac{30}{72}C\mathcal{E}_e^2$

$E_2 = \frac{36}{72}C\mathcal{E}_e^2$

$A = \Delta q\,\mathcal{E}_e = \frac{25}{6}C\mathcal{E}_e^2 = \frac{300}{72}C\mathcal{E}_e^2$

$Q = \frac{300 + 30 - 36}{72}C\mathcal{E}_e^2 \approx 4{,}01\,C\mathcal{E}_e^2$

Чистовик №5

Дано:

$H = 9$

$F = 24$

$d = 96$; $r = 24$

$x = ?$

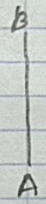
$D_м = ?$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $f = \frac{Fd}{d-F} = 32$ см

$\Gamma = \frac{1}{3}$

$x = f + r = 56$ см

$D_м = \Gamma \cdot H = 3$ см



4

Черновик Вариант 11-08

№03

Дано:

$C_2 = C; y_0$

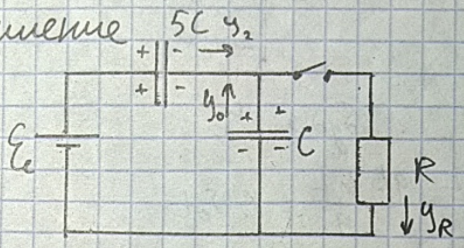
$C_1 = 5C$

1) $y_1 = ?$

2) $Q = ?$

3) $y_R = ?$

Решение



1) До замык. ключа:

т.к. конденс. вкл. послед, то

$q_1 = q_2$

$C_1 U_1 = C_2 U_2$

$5CU_1 = CU_2$

$U_1 = \frac{1}{5} U_2$

$\mathcal{E}_e = U_1 + U_2 = 6U_1$; $U_1 = \frac{1}{6}\mathcal{E}_e$

В момент замыкания:

$\mathcal{E}_e = U_1 + y_1 R$; $y_1 R = \frac{5}{6}\mathcal{E}_e$; $y_1 = \frac{5\mathcal{E}_e}{6R}$

2) В уст. режиме тока нет:

$U_1' = \mathcal{E}_e$; $U_2 = 0$ $\quad q_1' = C\mathcal{E}_e$; $\Delta q = q_1' - q_1 = C\mathcal{E}_e - \frac{1}{6}C\mathcal{E}_e = \frac{5}{6}C\mathcal{E}_e$

ЗСЭ:

$A + E_1 = E_2 + Q$

$Q = \frac{5CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} + \Delta q\mathcal{E}_e - \frac{5CU_1'^2}{2} = \frac{5}{2}C \cdot \frac{1}{36}\mathcal{E}_e^2 + \frac{C}{2}\cdot\frac{25}{36}\mathcal{E}_e^2 + \frac{5}{6}C\mathcal{E}_e^2 - \frac{5}{2}C\mathcal{E}_e^2$

$5 + 25 + 60 -$

$Q =$

$E_1 = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} = \frac{C}{2}\cdot\frac{1}{36}\mathcal{E}_e^2 + \frac{C}{2}\cdot\frac{25}{36}\mathcal{E}_e^2 = \frac{25}{72}C\mathcal{E}_e^2$

$E_2 = \frac{C\mathcal{E}_e^2}{2} = \frac{36}{72}C\mathcal{E}_e^2$

$\Delta q = \frac{5}{6}C\mathcal{E}_e = \frac{60}{72}C\mathcal{E}_e$

$A = \Delta q\mathcal{E}_e = \frac{60}{72}C\mathcal{E}_e^2$

$Q = C\mathcal{E}_e^2\left(\frac{85}{72} - \frac{36}{72}\right) = \frac{49}{72}C\mathcal{E}_e^2$

3) $\mathcal{E}_e = U_1 + U_2$ $\quad y_R R = U_2$; $y_R = y_2 + y_0$

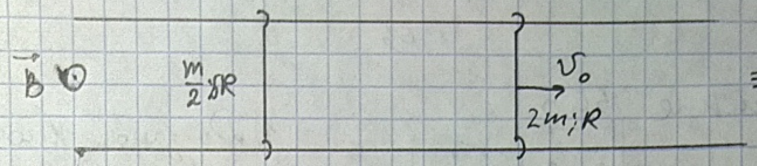
$\mathcal{E}_e = U_1 + y_R R$

Дано:
B
L
m
R
v_0

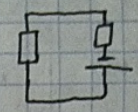
---

1) $a_1 = ?$
2) $v_1 = ?$ $v_2 = ?$
3) $\Delta L = ?$

Решение:



$\equiv$



1) т.к. цепь замкнут ... будет I_i

$\varepsilon_{i} = \frac{A_{ст}}{q} = \frac{F_л \cdot L}{q} = \frac{qBv_0L}{q} = Bv_0L$

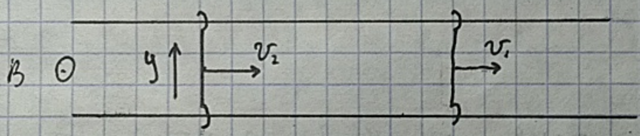
$\varepsilon_{i} = \frac{\varepsilon_i}{R_{общ}}$; $R_{общ} = 6R$ $\quad I_i =$

$I = \frac{\varepsilon_i}{R_{общ}} = \frac{Bv_0L}{6R}$; т.к. появился ток появляется и сила Ампера

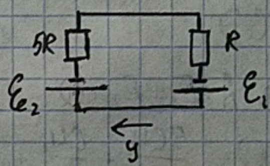
$F_A = I_i BL$

$2ma_1 = F_A = \frac{v_0B^2L^2}{6R}$; $a_1 = \frac{B^2L^2v_0}{12mR}$

2) рассм. какой-то момент времени.



$\equiv$



$I = \frac{\varepsilon_{1} - \varepsilon_{2}}{6R}$; $\varepsilon_{1} = Bv_1L$; $\varepsilon_{2} = Bv_2L$

$v_1 - v_2 = v_0 - \frac{5}{4}v_2$

$I = \frac{BL(v_1 - v_2)}{6R}$ $\quad F_A = IBL = \frac{B^2L^2(v_1 - v_2)}{6R} = \frac{B^2L^2(5v_1 - 4v_0)}{6R}$

$2mv_0 = 2mv_1 + \frac{m}{2}v_2$ $\quad 2ma_1 = \frac{B^2L^2(5v_1 - 4v_0)}{6R}$

$2v_0 = 2v_1 + \frac{1}{2}v_2$ $\quad \frac{m}{2}a_2 = \frac{B^2L^2(5v_1 - 4v_0)}{6R}$

$4v_0 = 4v_1 + v_2$; $v_2 = 4v_0 - 4v_1$

$2a_1 = \frac{1}{2}a_2$ $\quad v_1 = v_0 - \frac{1}{4}v_2$

$4a_1 = a_2$

$4(v_0 - v_1) = v_2$ $\quad v_1 = v_2 = v$; $4v_0 = 5v$; $v = \frac{4}{5}v_0$

$R \cdot 12ma_1 = B^2L^2(5v_1 - 4v_0)$ $\quad 12mR \cdot \frac{1}{5}v_0 = B^2L^2(5L_1 - 4v_0T)$

$12mR|\Delta v_1| = B^2L^2(5\Delta L_1 - 4v_0\Delta t)$