Часть 1

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

Шифр: **21202423**

ID профиля: **153051**

Вариант 3

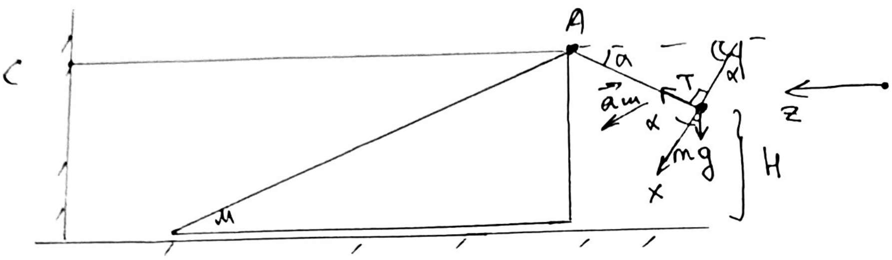
Чистовик 1

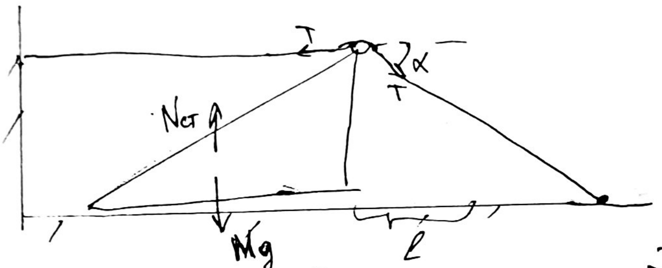
①

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$

H

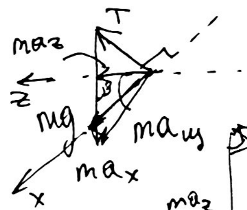
1) β - ?
2) $a_к$ - ?
3) $\frac{m}{M}$ - ?
4) $\frac{t}{t}$ - ?





1) 2ЗН для шара: $m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}_ш$

Пусть ось X ⊥ T, тогда



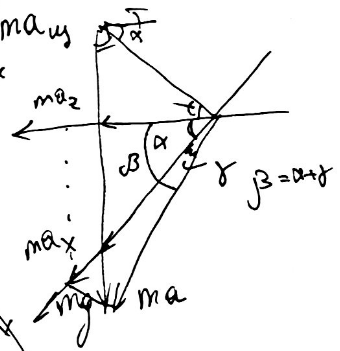
2ЗН X: $mg\cos\alpha = ma_x$ Z: $T\cos\alpha = ma\cos\beta$

$a_x = g\cos\alpha$ $T = \frac{ma\cos\beta}{\cos\alpha}$

$a_к\cdot\cos\gamma = g\cos\alpha$

$\cos\gamma = \frac{g\cos\alpha}{a}$ $\frac{a\cos\beta}{\cos\alpha} = \frac{g - a\sin\beta}{\sin\alpha}$ z

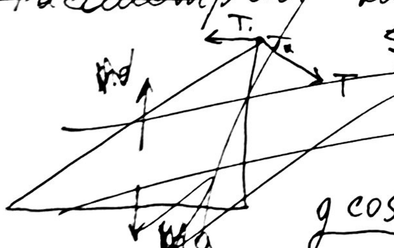
$a = \frac{g\cos\alpha}{\cos\gamma}$



$ma\cdot\sin\beta + T\cdot\sin\alpha = mg$

$T = \frac{m(g - a\sin\beta)}{\sin\alpha}$

~~2) Рассмотрим клин. 2ЗН: $\vec{Mg} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{T} = M\vec{a}_к$~~

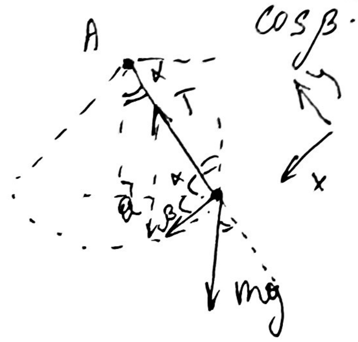


~~Z: $T - T\cos\alpha = Ma_к$~~

~~$a_к = \frac{T(1-\cos\alpha)}{M}$~~

$$\frac{g\cos\alpha\cdot\cos\beta}{\cos(\beta-\alpha)\cdot\cos\alpha} = \frac{g - \frac{g\cos\alpha\sin\beta}{\cos(\beta-\alpha)}}{\sin\alpha}$$

~~ЗСЭ:~~ $\frac{\cancel{\cos\alpha\cdot\cos\beta}}{\cos\beta\cdot\cos^2\alpha + \sin\beta\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha}$



Рассмотрим шар. т.к. его удерживают, то $v_0 = 0$ ⇒ $\vec a_ц = \vec a_{цс}$ направлено перпендикулярно T

2ЗН: $\vec T + m\vec g = m\vec a$ ⇒ в момент остановки отн-но точки A. $\alpha + \beta = 90°$ ⇒

$\sin\beta = \cos\alpha = \frac{5}{13}$

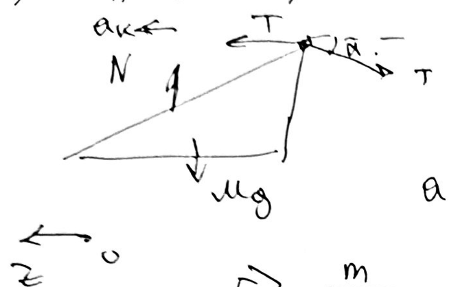
Чистовик. 2

В проекции на ось X, сонаправленную с ускорением

$\cancel{T = ma}$ $ma = mg\cos\alpha$. ; $a = g\cos\alpha$.

y: $T = mg\sin\alpha$. $\Rightarrow$ т.к. угол не меняется, то $T = const$.

2) Рассмотрим клин



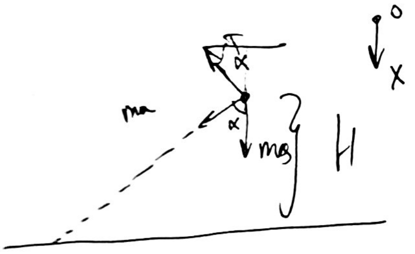
23Н z: $T - T\cos\alpha = M a_к$.

$T(1-\cos\alpha) = M a_к$.

$$a_к = \frac{T(1-\cos\alpha)}{M} = \frac{mg\sin\alpha(1-\cos\alpha)}{M}.$$

$$\Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{a_к}{g\cdot\sin\alpha(1-\cos\alpha)} = \frac{a_к}{g\frac{12}{13}\cdot\frac{8}{13}} = \frac{169 a_к}{96 g}.$$

~~Тело~~ Шар движется равноускоренно



$\cancel{T = mg}$ $m a_x = mg - T\sin\alpha = mg - mg\sin^2\alpha =$

$= mg(1-\sin^2\alpha) = \cancel{144}\ \frac{25}{169} mg.$

$$a_x = \frac{25}{169} g.$$

$\cancel{2 a_x H}$ $H = \frac{25 g\cdot t^2}{169\cdot 2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\cdot 169 H}{25 g}} = \frac{13}{5}\sqrt{\frac{2H}{g}}.$

Ответ: 1) $\sin\beta = \frac{5}{13}$ 3) $\frac{m}{M} = \frac{169 a_к}{96 g}$ 4) $t = \frac{13}{5}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

Чистовик 3

② $i = 3$

ν

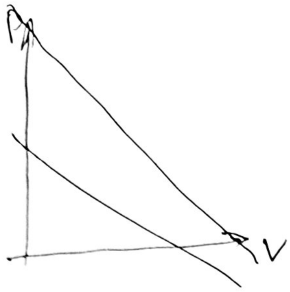
T_0

$C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

1) Q_1 - ? ($T_0 \to \frac{3}{5}T_0$)

2) ~~Amin~~ T_1 - ? (A_{min}) - ?

3) A_{min} - ?



1) $c = \frac{\delta Q}{\nu \Delta T} \Rightarrow \delta Q = c \cdot \nu \cdot \Delta T$. (*)

просуммируем (*) от T_0 до $\frac{3}{5}T_0$

$$\sum \delta Q = \sum c \cdot \nu \cdot \Delta T$$

$$-Q_1 = \nu \cdot \sum c \cdot \Delta T$$

$$-Q_1 = \nu \cdot \sum \frac{3RT}{T_0} \cdot \Delta T$$

$$-Q_1 = \frac{3R\nu}{T_0} \sum T \cdot \Delta T =$$

$$= \frac{3R\nu}{T_0}\left(\frac{9T_0^2}{2 \cdot 25} - \frac{T_0^2 \cdot 25}{2}\right) = \frac{3R\nu}{\cancel{T_0}}\left(-\frac{\cancel{18}\,16\,T_0^{\cancel{2}}}{25 \cdot 2}\right) = -\frac{\cancel{57}\,48\,R\nu T_0}{50}$$

$$Q_1 = \frac{\cancel{57}\,24\,R\nu T_0}{\cancel{50}\,25}$$

2) $\delta Q = c \cdot \nu \cdot \Delta T$; $Q_0 = \Delta U + A_{min} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) + A_{min}$

$$\sum \delta Q = \sum \frac{3RT}{T_0} \cdot \nu \cdot \Delta T$$

$$Q_0 = \frac{3R\nu}{T_0} \cdot \sum T_1 \cdot \Delta T$$

$$\frac{3R\nu}{T_0}\left(\frac{T_1^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) + A_{min}$$

$$A_{min} = \frac{3\nu R T_1^2}{2T_0} - \cancel{\frac{3\nu R T_0^2}{2T_0}} - \frac{3\nu R T_1}{2} + \cancel{\frac{3\nu R T_0}{2}}$$

~~Amin Минимальная работа газа $A_{min} = 0$.~~

~~$\Rightarrow \frac{3R\nu T_1^2}{2T_0} - \frac{3R\nu T_0^3}{2T_0} = \frac{3\nu R T_1}{2} - \frac{3\nu R T_0}{2} \mid \cdot 2T_0$~~

~~$3R\nu T_1^2 - 3\nu R T_1 \cdot T_0 = 3R\nu T_0^2 - 3\nu R T_0^2$~~

~~$\nu R T_1^2 - 3\nu R T_1 T_0 = 0$~~

~~$T_1^2 - T_1 T_0 = 0$~~

~~$T_1(T_1 - T_0) = 0$~~

~~$T_1 = 0$ - жесть~~

~~$T_1 = T_0$ не подходит, т.к. охлаждали газ~~

$$-b = \frac{3}{2}\nu R$$

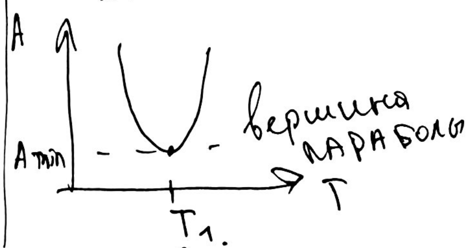
$$2a = 3\nu R / T_0$$

$$y = ax^2 - bx + c$$

$$x_0 = -\frac{b}{2a}$$

$$A_{min} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1^2}{T_0} - T_1\right) =$$

$$= \frac{3\nu R}{2T_0}T_1^2 - \frac{3}{2}\nu R T_1$$

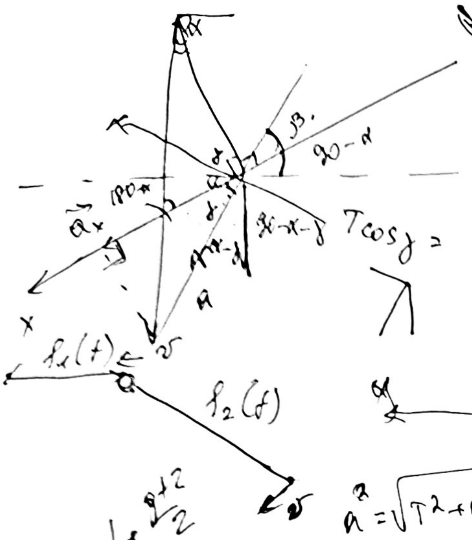


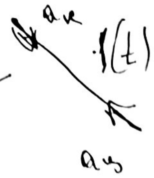
$$T_1 = \frac{3\nu R T_0}{2 \cdot 3\nu R} = \frac{T_0}{2}$$

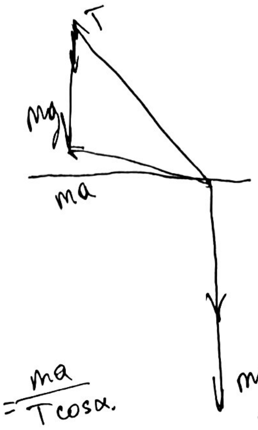
$$A_{min} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_0^2}{4T_0} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{T_0}{4} - \frac{2T_0}{4}\right) = -\frac{3\nu R T_0}{8}$$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{\cancel{57}\,24\,\nu R T_0}{\cancel{50}\,25}$ 2) $T_1 = \frac{T_0}{2}$ 3) $A_{min} = -\frac{3\nu R T_0}{8}$

черновик.







$T\cos\gamma =$

$\sum A = \sum P \cdot \Delta V$

$PV = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$\cos\beta = \frac{ma}{a_y} = \frac{ma}{T\cos\alpha}$

$m a \cos\beta = T\cos\alpha$

$\cos\beta = \frac{T\cos\alpha}{ma}$

$ma = \frac{T\cos\alpha}{\cos\beta}$

$s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$

$a = \sqrt{T^2 + mg^2}$

$T\cos\alpha = m a_y$

$a_y = \frac{T\cos\alpha}{m}$

$T\cos\gamma = mg\sin(\cancel{90}\alpha - \gamma)$

$$A_{min} = \frac{3R\nu T_1^2}{2T_0} - \frac{3\nu R T_0^2}{2\cancel{T_0}} - \frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu \cancel{R} T_0 =$$

$$= \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1^2}{T_0} - T_1\right) = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1^2 - T_1 T_0}{T_0}\right) = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0} T_1^2 - \frac{3}{2}\nu R T_1$$

$y = \frac{k}{v}\left(T_1^2 - T_1 T_0\right)$

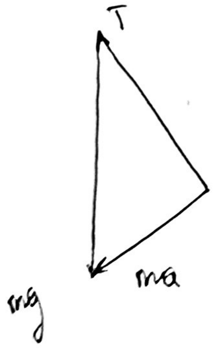
$\frac{3\nu R}{2 \cdot 3\nu R}$

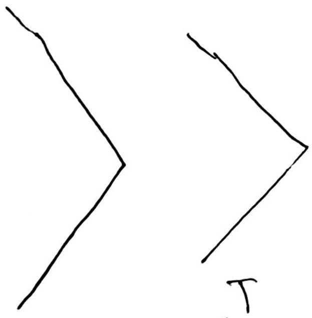
$y = kx^2 - kb \cdot x$

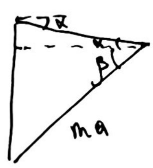
$-\frac{b}{2a} =$

$$\frac{3\nu R}{2\cancel{T_0}} \cdot \frac{T_0^{\cancel{2}}}{4} - \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{T_0}{2} =$$

$$= \frac{3\nu R T_0}{8} - \frac{3\nu R T_0}{4} = -\frac{3\nu R T_0}{8}.$$







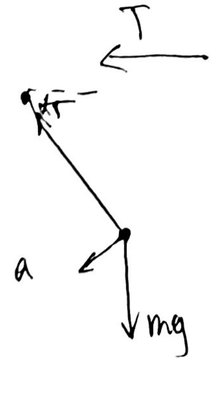
$T\sin\alpha + ma\sin\beta = mg$

$\sin\beta = \frac{g}{a} - \frac{mg}{T}$

$\sin\beta = \frac{g}{a} - \frac{T\sin\alpha}{ma}$

$T \cdot S$

$T \cdot S =$



Часть 2

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

Шифр: **21202423**

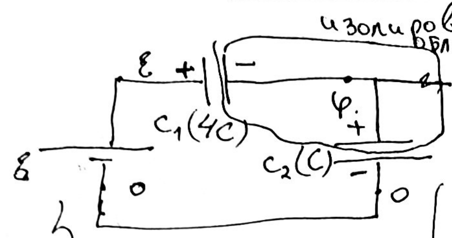
ID профиля: **153051**

Вариант 3

Чистовик 1

③ $C_1 = 4C$, $C_2 = C$

1) $I_R(0)$ - ?
2) Q - ?
3) U_R - ?



метод потенциалов

0) До замыкания ключа. ~~реж~~ в установившемся режиме ток через $\dashv\vdash$ $= 0$;

Предположим заряды такие как на рисунке.

$U_1(0) = \mathcal{E} - \varphi$; $U_2 = \varphi$; $q_1 = 4C(\mathcal{E} - \varphi)$; $q_2 = C \cdot \varphi$

ЗСЗ: $0 = -4C(\mathcal{E} - \varphi) + C\varphi \mid : C$

изначально незаряжены

$-4\mathcal{E} + 4\varphi + \varphi = 0.$

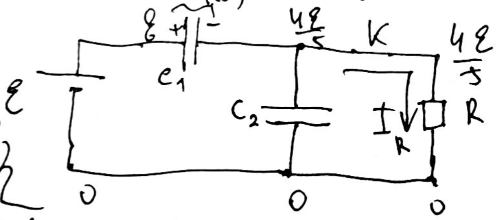
$5\varphi = 4\mathcal{E}$

$\varphi = \frac{4\mathcal{E}}{5}.$

• $U_1(0) = \mathcal{E} - \frac{4\mathcal{E}}{5} = \frac{\mathcal{E}}{5}$

$U_2(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

1) Сразу после замыкания (К-+) напряжение на конденсатор скачком не изменяется. закон



метод потенциалов

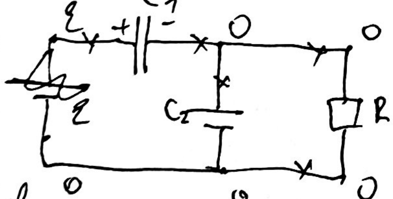
~~$I_R(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$~~

$I_R(0) = \frac{\frac{4\mathcal{E}}{5} - 0}{R} = \boxed{\frac{4\mathcal{E}}{5R}.}$

$W(0) = \frac{C_1 U_1^2(0)}{2} + \frac{C_2 U_2^2(0)}{2} = \frac{4C \cdot \mathcal{E}^2}{25 \cdot 2} + \frac{C \cdot 16\mathcal{E}^2}{25 \cdot 2} =$

$= \frac{10C\mathcal{E}^2}{25} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{5}$

2) В установившемся режиме (при $\xrightarrow{K}$) ток через $\dashv\vdash$ $= 0$ => тока в цепи нет => $I_R(t_{уст}) = 0$. потенциалы на концах равны.



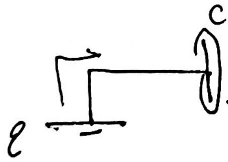
метод потенциалов

$U_1(t_{уст}) = \mathcal{E}$

$U_2(t_{уст}) = 0.$

$W(t_{уст}) = \frac{C_1 \cdot U_1^2}{2} = \frac{4C \cdot \mathcal{E}^2}{2} = 2C\mathcal{E}^2$

Рассмотрим



был $\frac{4C\mathcal{E}}{5}$
стал $4C\mathcal{E}$.

$q_{ист} = 4C\mathcal{E} - \frac{4C\mathcal{E}}{5} = \frac{16C\mathcal{E}}{5}.$

$A_Б = +q_{ист} \cdot \mathcal{E} = \frac{16C\mathcal{E}^2}{5}$

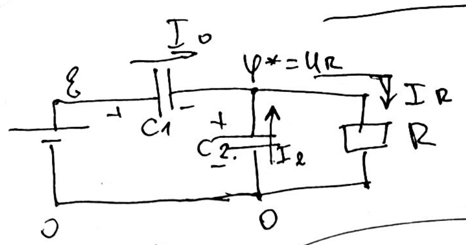
ЗСЭ: $A_Б = \Delta W + Q$ => $Q = A_Б - \Delta W = \frac{16C\mathcal{E}^2}{5} - \left(2C\mathcal{E}^2 - \frac{2C\mathcal{E}^2}{5}\right) =$

$= \frac{16C\mathcal{E}^2}{5} - 2C\mathcal{E}^2 + \frac{2C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{18C\mathcal{E}^2}{5} - \frac{10C\mathcal{E}^2}{5} = \boxed{\frac{8C\mathcal{E}^2}{5}}$

Чистовик 2

В момент τ.

3)



При $I_{C_1}(\tau) = I_0$

$I_2 + I_R = I_0$; $I_R = \frac{\varphi^*}{R}$; $U_R = \varphi^*$

$\varphi^* = I_R \cdot R$. $I_R = I_0 - I_2$; $U_R = R(I_0 - I_2)$.

$\varphi^* = \frac{q_2^*}{C_2} \longrightarrow I_R \cdot R = \frac{q_2^*}{C}$

$4C \cdot \frac{\Delta U_1}{\Delta t} = C\frac{\Delta U_2}{\Delta t} + I_R \;|\cdot \Delta t$

$q_2^* = I_2$

$4C \cdot \Delta U_1 = C\Delta U_2 + I_R \cdot \Delta t$

Просуммируем

$4C\left(\mathcal{E} - \varphi^* - \frac{4\mathcal{E}}{5}\right) = C\left(\varphi^* - \frac{4\mathcal{E}}{5}\right) + q_R$

$I_2 = C \cdot U_{C_2}' = C\frac{\Delta U_2}{\Delta t}$

$I_0 = 4C \cdot U_1' = 4C \cdot \frac{\Delta U_1}{\Delta t}$

• $q_R = q_1(0) + q_2(0) - q_2(\tau) - q_1(\tau) = 0 + 4C(\mathcal{E} - \varphi^*) - C\varphi^* = 4C\mathcal{E} - 5C\varphi^*$

$\cancel{4C\mathcal{E} - 4C\varphi^* - \frac{4C\mathcal{E}}{5} = C\varphi^* - \frac{4C\mathcal{E}}{5} + 4C\mathcal{E} - 5C\varphi^*}$

$I_0 = C \cdot U_2' + \frac{\varphi^*}{R}$

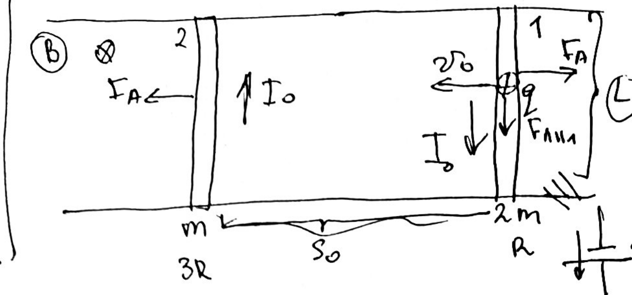
$\mathcal{E} = \mathcal{E}$

Ответ: 1) $I_R(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$ 2) $Q = \frac{8C\mathcal{E}^2}{5}$

Чистовик 3

(4)

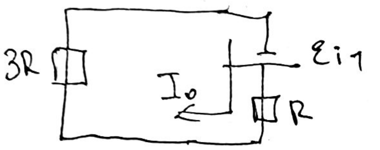
1) a_1-?
2) v_1-? v_2-?
3) S-?



1) На перемычку 1 действует сила Лоренца $F_{Л\parallel 1}$ – продольная составляющая силы Лоренца, обусловленная движением проводника в МП.

При движении проводника в МП возникает ЭДС индукции. $\varepsilon_{i1} = B \cdot v_0 \cdot L \cdot \sin 90° = B \cdot v_0 \cdot L.$

в начальный момент:



$$I_0 = \frac{\varepsilon_{i1}}{R+3R} = \frac{B v_0 L}{4R}.$$

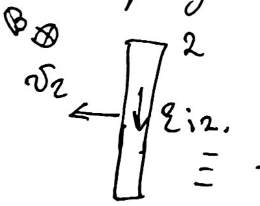
: На проводник с током в МП действует сила Ампера $F_{A_1} = B I_0 L = \frac{B^2 L^2 v_0}{4R}$

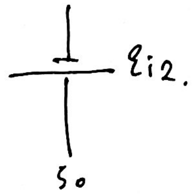
2ЗН для 1 перемычки: $F_{A_1} = 2m a_1 \Rightarrow \boxed{a_1 = \frac{F_{A_1}}{2m} = \frac{B^2 L^2 v_0}{8mR}}$

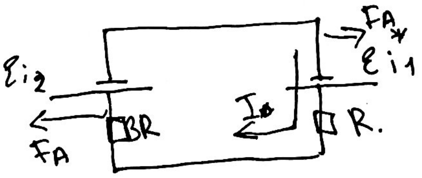
2) На 2-ю перемычку также действует сила Ампера $F_{A_1} = \frac{B^2 L^2 v_0}{4R} \Rightarrow$ она тоже придет в движение, и возникнет ЭДС индукции. v_2 - вправо

Через большой промежуток времени: ~~пере~~

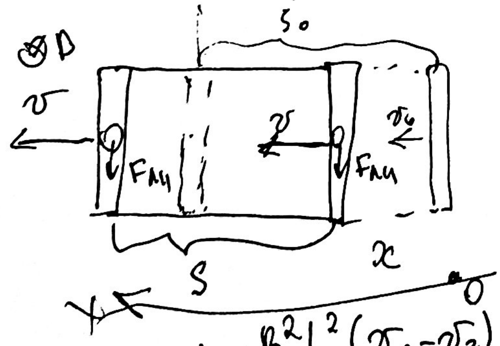
$\varepsilon_{i2} = B v_2 L \sin 90° = B v_2 L$; $\varepsilon_{i1}^* = B v_1 L$







При $\varepsilon_{i2} = \varepsilon_{i1}^* \Rightarrow$
$I = 0 \Rightarrow F_A = 0$
$\Rightarrow a = 0 \Rightarrow v_1 = v_2 = v = const$
$\Rightarrow v_{отк} = 0.$



Т.К. $I_1 = I_2 \Rightarrow F_{A_1} = F_{A_2} \Rightarrow$

$a_2 = \frac{F_{A1}}{m}$

$$I(t) = \frac{\varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i2}}{4R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{4R}.$$

$$F_A(t) = \frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{4R}; \quad a(t) = \frac{B^2 L^2 v_{отн}}{8Rm}$$

$$-F_A \cdot x = \frac{2mv^2}{2} - \frac{2mv_0^2}{2} \Rightarrow x = \frac{m(v_0^2 - v^2)}{F_A}$$

$$v^2 = \sqrt{v_0^2 - \frac{F_A \cdot x}{m}}.$$

Рассмотрим систему "m + 2m" $\vec{R} = \vec{0}$; $\Rightarrow \vec{a}_{центра\ масс} = \vec{0} \Rightarrow$ $v_{ц.м} = const$

Чистовик. 4

$$v_{ц.м.} = \frac{m \cdot 0 + 2m \cdot v_0}{3m} = \frac{2v_0}{3}.$$

$$v_{ц.м} = v \; \frac{m \cdot v + 2m \cdot v}{3m} = \frac{3mv}{3m} = v$$

$$\Rightarrow v = \frac{2v_0}{3}.$$

$$x_{1ц.м} = \frac{S_0 \cdot m + 2m \cdot 0}{3m} = \frac{S_0}{\cancel{3}}.$$

3) $\Delta S = v_{отн} \cdot \Delta t$

$\sum \Delta S = \sum v_{отн} \cdot \Delta t.$

$$x_{2ц.м} = \frac{(S_0 + x)m + 2mx}{3m} = \frac{S_0 m + 3mx}{3m} = \frac{S_0 + 3x}{3}.$$

$S=$

$v_{ц.м} \cdot T = x_{2ц.м} - x_{1ц.м} = \frac{3x}{3}$; $T = \frac{3x}{v_{ц.м}} = \frac{3x}{2v_0}.$

$S = \sum v_{отн} \cdot \sum \Delta T$

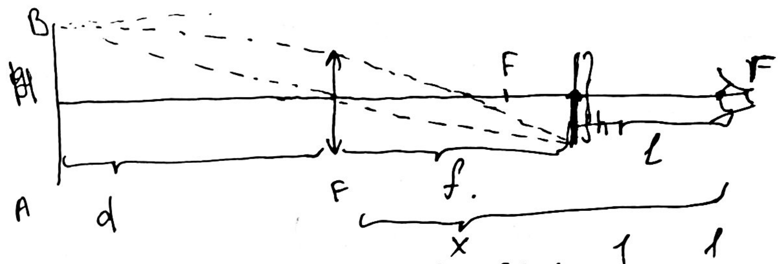
$S - S_0 = v_{отн} \cdot t,$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{B^2 l^2 v_0}{8mR}$ 2) $v = \frac{2v_0}{3}$

Чистовик. 5

⑤ $F = 18$ см
$H = 9$ см
$d = 72$ см
$f = 24$ см

1) x - ?
2) $D_м$ - ?
3) s - ?



1) Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{18} - \frac{1}{72} = \frac{3}{72} \Rightarrow f = \frac{72}{3} = 24 \text{ см}; \; \Gamma^* = \frac{f}{d} = \frac{24}{72} = \frac{1}{3}$$

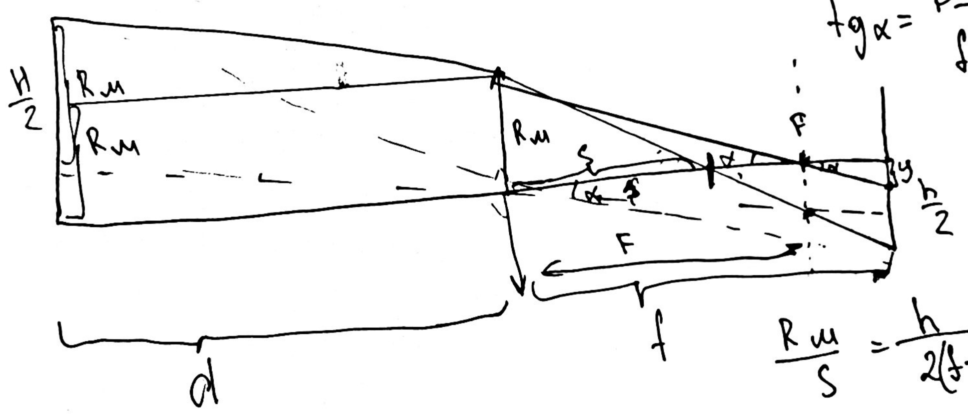
$$X = f + l = 24\text{ см} + 24\text{ см} = \boxed{48\text{ см}}$$

$$\frac{y}{R_м} = \frac{1}{3} \Rightarrow y = \frac{R_м}{3}.$$

2) $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{f}{d} = \frac{1}{3} \Rightarrow h = \frac{H}{3} = \frac{9}{3} = 3$ см.

$$tg\alpha = \frac{y}{f-F} = \frac{R_м}{F}$$

$$\frac{y}{6} = \frac{R_м}{18}$$



$$\frac{R_м}{S} = \frac{h}{2(f-S)}.$$

$s = R_м \cdot tg$

Ответ: 1) $x = 48$ см.

Черновик

$S(t) = v_{отн} \cdot t$

$\Delta S = v_{отн} \cdot \Delta t$

$\frac{\Delta S}{\Delta t} = v_{отн} \cdot \Delta t.$

ΔS

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$B v_2 l \cdot \Delta S + \frac{B^2 L^2 v_{отн} \cdot \Delta S}{4R} = 0.$

$F_A = ma.$

$= \frac{\Delta v}{\Delta t} m$