

Часть 1

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

Шифр: **21200922**

ID профиля: **807417**

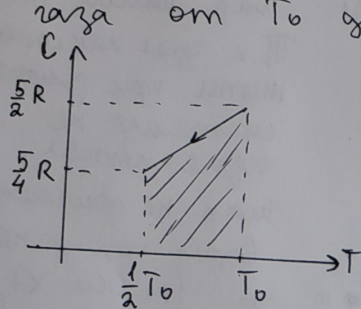
Вариант 2

ЧИСТОВИК

ЗАДАЧА N 2

1) Цикл первый

Построим график зависимости молярной теплоемкости от температуры в процессе охлаждения газа от T_0 до $\frac{1}{2}T_0$



$$C_{\text{нач}} = \frac{5}{2} R \frac{T_0}{T_0} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{\text{кон}} = \frac{5}{2} R \frac{1}{2} \frac{T_0}{T_0} = \frac{5}{4} R$$

Площадь под графиком умноженная на ΔT

$$\int C_{\text{м}} = +Q_1$$

$$S_{\text{м}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} T_0 \left(\frac{5}{2} R + \frac{5}{4} R \right) = \frac{T_0}{4} \cdot \frac{15}{4} R$$

$$+Q_1 = \frac{15}{16} R T_0 \quad Q_1 = +\frac{15}{16} R T_0$$

2) Цикл второй Гаусс зависимость $A(T)$

$$Q = \Delta U + A \quad A = Q - \Delta U \quad Q = \frac{1}{2} \Delta (T - T_0) \left(\frac{5}{2} R + \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \right)$$

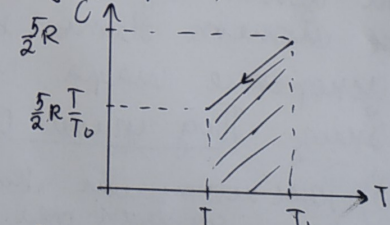
$$\Delta U = \frac{3}{2} R (T - T_0)$$

(из графика)

$$A = \frac{1}{2} \Delta \cdot \frac{5}{2} R \left(1 + \frac{T}{T_0} \right) (T - T_0) - \frac{3}{2} (R(T - T_0))$$

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

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



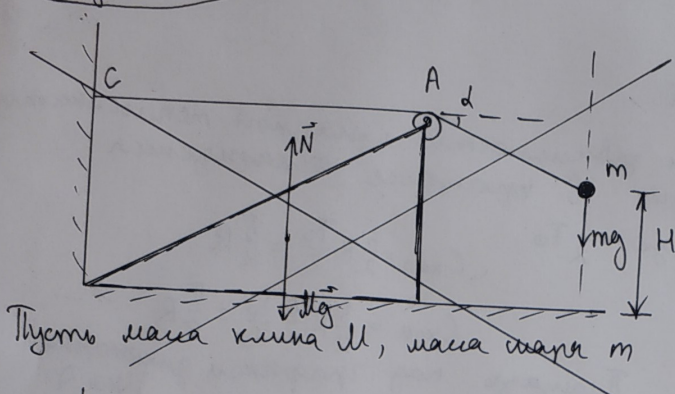
квадратичная зависимость $A(T)$
 ветви параболы направлены вверх, максимальное значение работы A соответствует координате вершины $T_{\text{верш}} = \frac{\frac{3}{2} R}{2 \cdot \frac{5}{4} R} = \frac{3 \cdot 4 T_0}{2 \cdot 2 \cdot 5} = \frac{3}{5} T_0$

$$3) A\left(\frac{3}{5} T_0\right) = \frac{5}{4} R \cdot \frac{9}{25} T_0^2 - \frac{3}{2} R \cdot \frac{3}{5} T_0 + \frac{3}{2} R T_0 - \frac{5}{4} R T_0^2 = -\frac{1}{5} R T_0$$

Ответ 1) $\frac{15}{16} R T_0$ 2) $\frac{3}{5} T_0$ 3) $-\frac{1}{5} R T_0$
 страница n 1

ЧИ СТОБИК

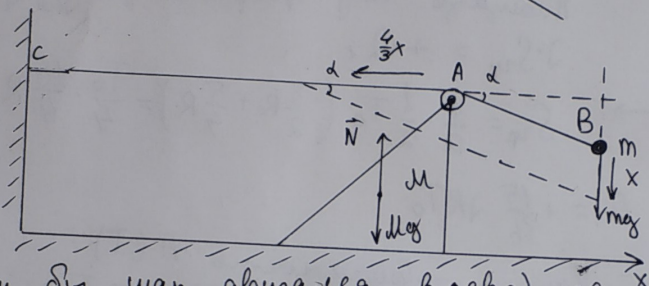
Задача 11



Пусть масса клина M , масса шара m

1) Пусть масса клина M , масса шара m .

2) Рассмотрим шар массой m . П.к. угол наклона нити при движении системы не изменяется, шар не движется вдоль горизонтали (по оси x), и как бы ни прошабля



(если бы шар двигался влево). Двигаться вправо шар также не может, т.к. в этом направлении не действует ни сила и ускорение туда не может быть направлено. Следовательно, ускорение шара направлено вертикально вниз. Под углом 0° к вертикали

3) Рассмотрим "клин + шар + нить". Работа внутренних консервативных сил равна нулю (сила натяжения нити)
 $A_N = 0$, т.к. $\vec{v}_{ш} \perp \vec{N} \forall t$.

Следовательно, $E_{сум} = const$ $E_k = \frac{mv_{ш}^2}{2} + \frac{Mv_{кл}^2}{2}$

$E_n = E_{nM} + mgH$

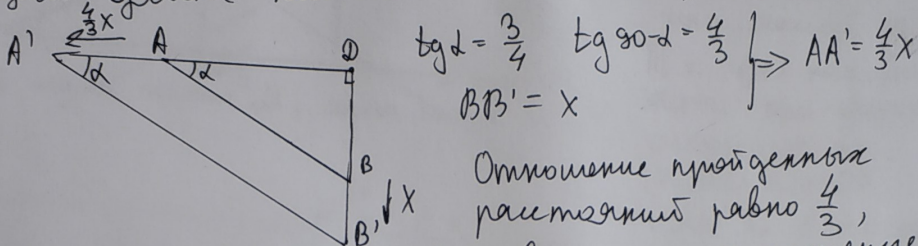
т.к. $E_{сум} = const$, $(E_{сум})' = 0$

Страница 12

чи стовик.

ЗАДАЧА n1, продолжение.

Рассмотрим участок нити, наклоненный под углом α к горизонту. При смещении точки B на x вниз точка A смещается на $\frac{4}{3}x$ влево (из нерастяжимости нити, длина дуги нити постоянна)



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{3}{4} & \operatorname{tg} 90^\circ - \alpha &= \frac{4}{3} \Rightarrow AA' = \frac{4}{3}x \\ BB' &= x \end{aligned}$$

Отношение пройденных расстояний равно $\frac{4}{3}$, следовательно отношение

скоростей точек B и A (v_B и v_A соответственно) также равно $\frac{4}{3}$, как и отношение ускорений

$$(F_{\text{сум}})' = (mgH)' + \left(\frac{mv^2}{2}\right)' + \left(\frac{dlv^2}{2}\right)' = -mg \cdot v_m + \frac{m}{2} \cdot 2v_m a_m + \frac{dl}{2} \cdot 2v_m \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} a_m = 0$$

$$-mgv_m + \frac{m}{2} \cdot 2v_m a_m + \frac{dl}{2} \cdot 2v_m \cdot \frac{16}{9} a_m = 0$$

~~Решение:~~
 ~~$mv_m + \frac{dl}{2} \cdot 2v_m \cdot \frac{16}{9} a_m = mgv_m$~~
 $ma_m + \frac{dl}{9} a_m = mg$

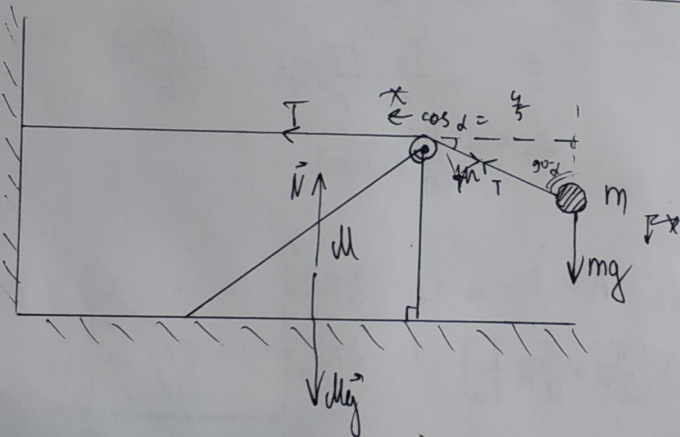
Ответ: 0° к вертикали.

ЧЕРОВИК

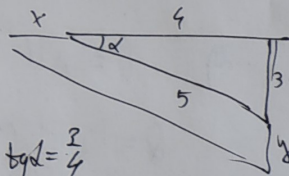
$$\begin{aligned}
 3) \quad A\left(\frac{3}{5}T_0\right) &= \frac{5JR}{4T_0} \cdot \frac{9}{25}T_0^2 - \frac{3}{2}JR \cdot \frac{3}{5}T_0 + \frac{3}{2}JR T_0 - \frac{5JR}{4T_0} \cdot T_0^2 = \\
 &= \frac{9JR T_0}{20} - \frac{9JR T_0}{10} + \frac{3}{2}JR T_0 - \frac{5JR T_0}{4} = \\
 &= \frac{9JR T_0}{20} - \frac{18JR T_0}{20} + \frac{30JR T_0}{20} - \frac{25JR T_0}{20} = \\
 \left(\frac{3}{5}T_0\right) &= \frac{5R \cdot 3}{2 \cdot 5} = \frac{3}{2}R
 \end{aligned}$$

$Q = \Delta U + A =$

$$A = Q - \Delta U = -\frac{1}{2} \cdot \frac{9}{5}T_0 \left(\frac{5}{2}R + \frac{3}{2}R\right) + \frac{3}{2}JR \cdot \frac{3}{5}T_0 = \frac{3}{5}JR T_0 - \frac{4}{5}JR T_0 = -\frac{1}{5}JR T_0$$



непараметризация
 криво-линейное движение
 нелинейно



$\text{tg} \alpha = \frac{3}{4}$

$\frac{3}{4} = \frac{3+y}{4+x}$

$12 + 3x = 4(3+y)$

$12 + 3x = 12 + 4y$

$3x = 4y$

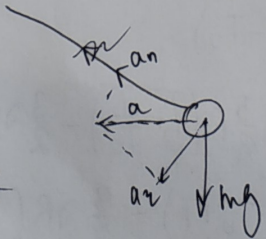
$y = \frac{3}{4}x$

Меморизация:

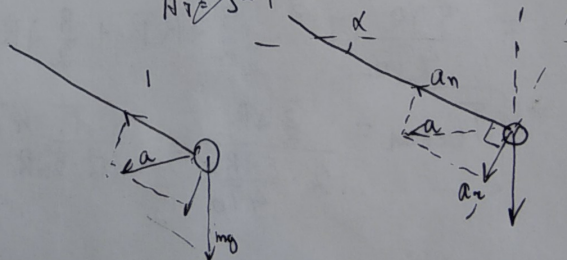
$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}$

$\frac{m}{2} a^2 + m g a = \text{const}$

$\frac{mv_a^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2} + m g H = \text{const}$



$A_r = S \cdot T \cdot \frac{4}{5}$
 $A_t = S \cdot T$



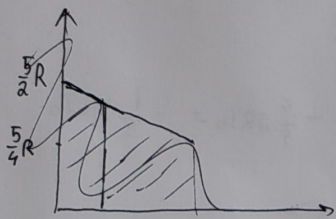
ЧЕРНОВИК

№2 $\Delta = \Delta_{max}$ $T_{max} = T_0$

$C(T) = \frac{5}{2}R \frac{T}{T_0}$ $i=3$

1) $Q_1 = ?$ $Q_1' = -Q_1$ $C_{max} = \frac{5}{2}R$

$C_{min} = \frac{5}{2}R \cdot \frac{1}{2} \frac{T_0}{T_0} = \frac{5}{4}R$

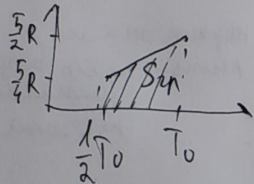


$Q_1' = -S_{tr} =$

$= -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} T_0 \cdot \left(\frac{10}{4}R + \frac{5}{4}R \right) =$

$= -\frac{T_0}{4} \cdot \frac{15}{4}R = -\frac{15RT_0}{16}$

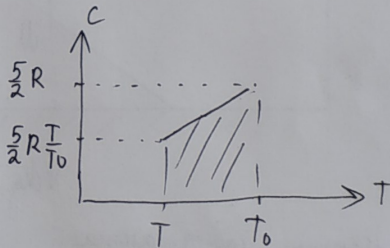
$Q_1 = +\frac{15}{16}RT_0$



2) $Q = \Delta U + A$ $A = Q - \Delta U$

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

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



$A = \frac{1}{2} \Delta (T - T_0) \frac{5}{2}R \left(\frac{T}{T_0} + \frac{T_0}{T_0} \right) - \frac{3}{2} \Delta R (T - T_0) =$

$= \frac{5}{4} \Delta R (T - T_0) \frac{1}{T_0} (T_0 + T) - \frac{3}{2} \Delta R (T - T_0) = \frac{1}{2} \Delta R (T - T_0) \left(\frac{5}{2} \frac{1}{T_0} (T_0 + T) - 3 \right) =$

$= \frac{1}{2} \Delta \cdot \frac{5 \Delta R}{4 T_0} (T^2 - T_0^2) - \frac{3}{2} \Delta R T + \frac{3}{2} \Delta R T_0 =$

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

$T_{верн} = \frac{\frac{3}{2} \Delta R}{2 \cdot \frac{5 \Delta R}{4 T_0}} = \frac{3 \Delta R \cdot 4 T_0}{2 \cdot 2 \cdot 5 \Delta R} = \frac{3}{5} T_0$

Часть 2

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

Шифр: **21200922**

ID профиля: **807417**

Вариант 2

ЧИСТОВИК

ВАРИАНТ 11-02

ЗАДАЧА №5

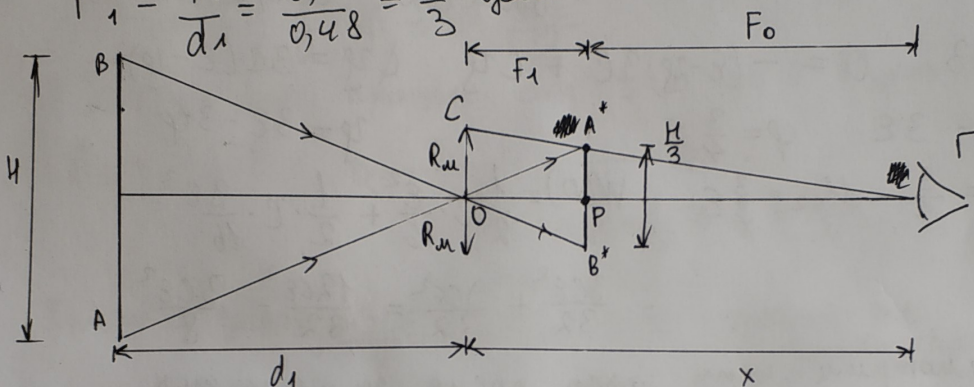
$F_0 = 0,24 \text{ м}$ $F_1 = 0,12 \text{ м}$ $H = 0,9 \text{ м}$ $d_1 = 0,48 \text{ м}$

1) Найти расстояние от линзы до изображения в линзе

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{F_1} \quad F_1 = \frac{d_1 F_0}{d_1 - F_0} = \frac{0,48 \cdot 0,12}{0,48 - 0,12} = 0,16 \text{ м}$$

$$\Gamma_1 = \frac{F_1}{d_1} = \frac{0,16}{0,48} = \frac{1}{3}$$

поворотное увеличение в линзе



$$x = F_0 + F_1 = 24 \text{ см} + 16 \text{ см} = \underline{40 \text{ см}}$$

2) размер изображения сверхдиата в линзе $h = \frac{H}{3}$

Рассмотрим подобные треугольники ΔCPO и ΔPA^*P

$$A^*P = \frac{h}{2} = \frac{H}{6} = 1,5 \text{ см} \quad CO = R_m = \frac{D_m}{2} \quad \Gamma P = 24 \text{ см} \quad \Gamma O = 40 \text{ см}$$

$$\frac{R_m}{A^*P} = \frac{OP}{\Gamma P} \quad R_m = \frac{A^*P \cdot OP}{\Gamma P} = \frac{1,5 \text{ см} \cdot 40 \text{ см}}{24 \text{ см}} = 2,5 \text{ см}$$

$$D_m = 2 \cdot R_m = \underline{5 \text{ см}}$$

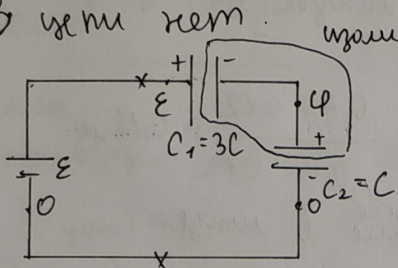
Ответ: 1) 40 см (0,4 м) 2) 5 см (0,05 м)
Страница №1

ЗАДАЧА №3

$C_1 = 3C \quad C_2 = C$

ЧИСТОВИК

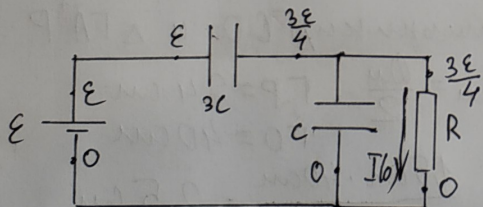
1) Рассмотрим цепь до замыкания ключа.
Цепь в установившемся состоянии, значит тока в цепи нет.



Изолированная область. Используем метод узловых потенциалов.
Заряд изолированной области сохраняется

По ЗСЗ: $0 = -(\varepsilon - \varphi)3C + C\varphi \quad \varphi = 3(\varepsilon - \varphi)$
 $4\varphi = 3\varepsilon \quad \varphi = \frac{3}{4}\varepsilon \quad \varphi = 3\varepsilon - 3\varphi$
 $U_{C1} = \frac{\varepsilon}{4} \quad U_{C2} = \frac{3}{4}\varepsilon \quad W(0) = \frac{1}{2}3C \cdot \frac{\varepsilon^2}{16} + \frac{1}{2}C \cdot \frac{9\varepsilon^2}{16}$
 $= \frac{3C\varepsilon^2}{32} + \frac{9C\varepsilon^2}{32} = \frac{12C\varepsilon^2}{32} = \frac{3C\varepsilon^2}{8}$

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.
П.к. $C_1 = \text{const} \quad C_2 = \text{const}$
Напряжения на конденсаторах скачком не изменятся



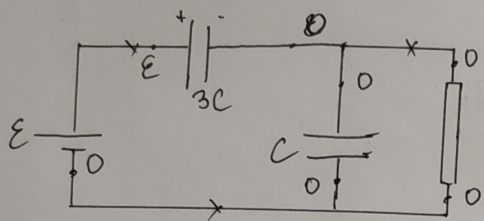
Используем метод узловых потенциалов
 $I(0) = \frac{3\varepsilon}{4} = \frac{3\varepsilon}{4R}$ ток через резистор сразу после замыкания

3) Рассмотрим цепь в уст. состоянии при замкнутом ключе.
Ток через конденсаторы в уст. состоянии не течет, значит тока в цепи нет.

Страница 12

Задача N 3 прохождение

ЧИСТОВИК



Если ток через резистор
нет, значит напряжение
на концах
потенциала на концах
резистора равно \Rightarrow
 \Rightarrow конденсатор C_2 не
заряден.

Заряден.

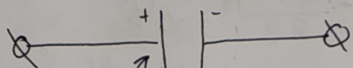
Используем метод узловых потенциалов.

$$U_{C1}(t_{уст}) = \varepsilon \quad U_{C2}(t_{уст}) = 0$$

$$W(t_{уст}) = \frac{1}{2} 3C \cdot \varepsilon^2 = \frac{3C\varepsilon^2}{2}$$

4) Рассмотрим процесс от $t=0$ до $t=t_{уст}$.

$$A_{\varepsilon} = q_{\varepsilon} \cdot \varepsilon$$



$$\text{Дви заряд } 3C \cdot \frac{\varepsilon}{4} = \frac{3C\varepsilon}{4}$$

— стал $3C\varepsilon$

Приток заряд $\frac{4 \cdot 3C\varepsilon}{4} - \frac{3C\varepsilon}{4} = \frac{9C\varepsilon}{4}$ такой же заряд прошел

через источник от "-" к "+" Знаем

$$A_{\varepsilon} = \varepsilon \cdot \frac{9C\varepsilon}{4} = \frac{9C\varepsilon^2}{4}$$

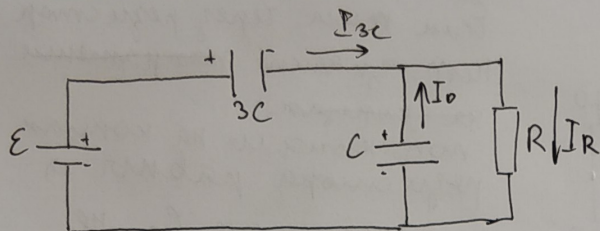
$$3C\varepsilon: A_{\varepsilon} = W(t_{уст}) - W(0) + Q$$

$$\frac{9C\varepsilon^2}{4} = \frac{3C\varepsilon^2}{2} - \frac{3C\varepsilon^2}{8} + Q \quad \left[Q = \frac{18C\varepsilon^2}{8} - \frac{12C\varepsilon^2}{8} + \frac{3C\varepsilon^2}{8} = \frac{9C\varepsilon^2}{8} \right]$$

3) Рассмотрим весь в момент времени $t=\tau$,
когда ток через C_2 равен I_0 .

Страница N 3

ЗАДАЧА №3 преобразование ЧИСТОБИК



$I_0 = -C U_C'$, тк. $I_0 > 0$ $U_C' < 0$ заряд убывает от первоначально заряженной обкладки.

т.к. $U_C = U_R \quad \forall t$, то $U_C' = U_R'$

~~$U_R' = (I_R)' = R \cdot I' = R \cdot \frac{\Delta q_R}{\Delta t}$~~

$U_C + U_{3C} = \varepsilon = \text{const} \quad (U_C)' + (U_{3C})' = 0$

$U_{3C} = I_{3C} = -U_C' = I_0$

$I_{3C} = I_0 \quad I_0 = I_C$

По закону сохранения заряда
 $I_R = 2 I_0$

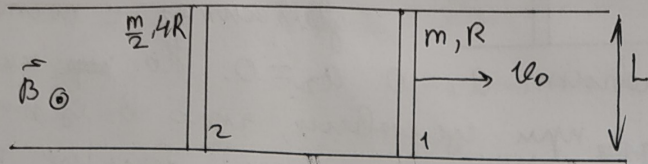
$U_R = 2 I_0 R$

Ответ: 1) $\frac{3\varepsilon}{4R}$ 2) $\frac{9C\varepsilon^2}{8}$ 3) $2 I_0 R$

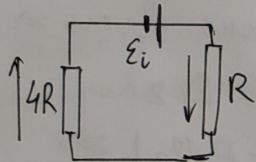
Справка №4

ЗАДАЧА №4 ЧИСТОВИК

1) Начальный момент времени



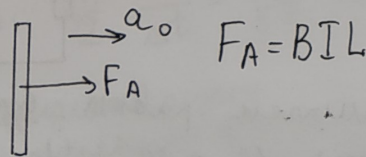
На движущуюся в МП зарядя гальванический элемент F_A , из-за чего в 1-ой перемычке возникает \mathcal{E}_i , $\mathcal{E}_i = Bv_0L$



$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{4R + R} = \frac{Bv_0L}{5R}$$

На проводник с током в МП гальванический элемент F_A .

Расцепили вторую перемычку
Скорость — инертная величина, поэтому 2-ая перемычка не приобретает скорость сразу



$$F_A = BIL$$

в плоскости пересечения перемычки гальванический элемент F_A

2ЗН для 2-ой перемычки

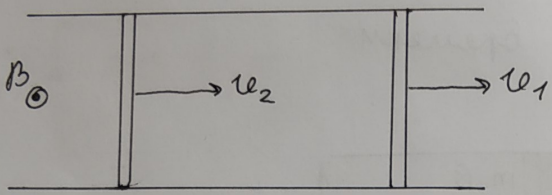
$$F_A = BIL = \frac{m}{2} a_0 \quad B L \cdot \frac{B v_0 L}{5R} = \frac{m}{2} a_0 \quad \frac{2B^2 L^2 v_0}{5Rm} = a_0$$

$$a_0 = \frac{2B^2 L^2 v_0}{5mR}$$

2) Через промежуток времени обе перемычки будут двигаться с постоянной скоростью.

Страница №5

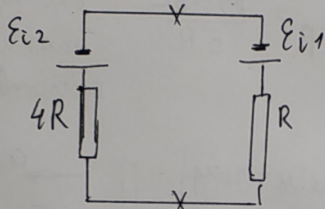
ЗАДАЧА 14 продолжение ЧИСТОВИК



В обеих перемычках возникает \mathcal{E}_{i1} и \mathcal{E}_{i2} .

Если обе перемычки движутся с постоянной

скоростью, значит $a_1 = 0$ $a_2 = 0$. Но ~~на~~ краях стержней ампера, при условии, что в цепи течет ток, на перемычки сил больше не действует. Следовательно, если ускорения каждой из перемычек равны нулю, то на них не действуют F_{A1} и $F_{A2} \Rightarrow$ тока в цепи нет.



Если тока в цепи не должно быть \Rightarrow
 $\Rightarrow \mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i2}$
 $Bv_1 L = Bv_2 L \Rightarrow$
 \Rightarrow скорости

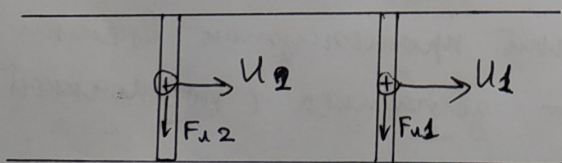
перемычек равно грузу грузу

Пусть $v_1 = v_2 = U$

Внешних сил в плоскости рельс на перемычки не действовало. ЗСИ: $m v_0 = mU + \frac{m}{2} U$

$$v_0 = \frac{3}{2} U \quad \left[U = \frac{2}{3} v_0 \right]$$

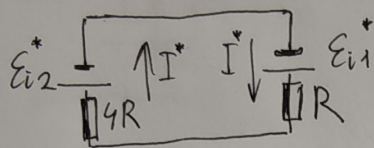
3) Рассмотрим систему моментов времени.



В перемычка возникает ЭДС индукции

в направлении тягачей
 т.к. в начале скорость той перемычки больше скорости второй, в любой момент времени до установившегося состояния $v_1 > v_2$

ЗАДАЧА №4 прохождение ЧИСТОВИК



$$\begin{aligned} \epsilon_{i1}^* &= \beta U_1 L & \text{т.к. } U_1 > U_2 \\ \epsilon_{i2}^* &= \beta U_2 L \\ \epsilon_{i\Sigma}^* &= \beta L (U_1 - U_2) \end{aligned}$$

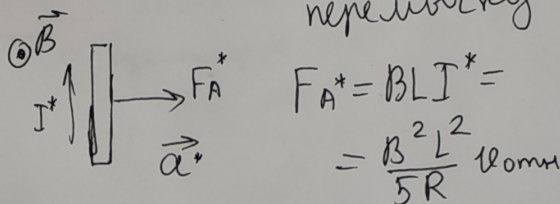
$$I^* = \frac{\beta L}{5R} (U_1 - U_2)$$

Пусть $U_1 - U_2 = U_0$

$$I^* = \frac{\beta L}{5R} \cdot U_0$$

Рассмотрим ~~первое~~ второе направление перемычки

2-ой закон Ньютона



$$\begin{aligned} F_A^* &= \beta L I^* = \\ &= \frac{\beta^2 L^2}{5R} U_0 \end{aligned}$$

в проекции на направление движения перемычки.

$$\frac{m}{2} a^* = F_A^* \quad \frac{m}{2} a^* = \frac{\beta^2 L^2}{5R} U_0 \quad \frac{m}{2} \frac{\Delta U_1}{\Delta t} = \frac{\beta^2 L^2}{5R} U_0$$

$m \Delta U_1 = \frac{2\beta^2 L^2}{5R} \cdot U_0 \Delta t$ (*) произведем интегрирование (*) от начального момента времени до момента через предельно малый промежуток времени

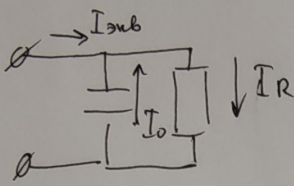
$$m \sum \Delta U_1 = \frac{2\beta^2 L^2}{5R} \cdot \sum \frac{U_0 \Delta t}{\Delta S_{0m}} \quad m \left(\frac{2}{3} U_0 - 0 \right) = \frac{2\beta^2 L^2}{5R} \cdot S_{0m}$$

$$\frac{2}{3} m U_0 = \frac{2\beta^2 L^2}{5R} S_{0m} \quad S_{0m} = \frac{5R m U_0}{3\beta^2 L^2}$$

Ответ: 1) $\frac{2\beta^2 L^2 U_0}{5mR}$ 2) $\frac{2}{3} U_0$ 3) $\frac{5R m U_0}{3\beta^2 L^2}$

Страница №7

ЧЕРУОВИК

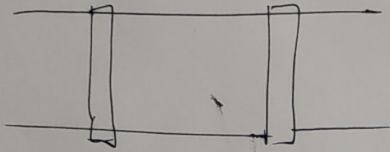


$$I_0 \rightarrow U_c' \cdot C_2 = C \cdot U_c' \cdot R$$

$$I_0 = -C U_c' \quad U_c = U_R$$

$$U_c' = -\frac{I_0}{C} = U_R' \quad -\frac{I_0}{C} \cdot C \cdot \frac{\Delta U_c}{\Delta t} = R \cdot \frac{\Delta U_R}{\Delta t}$$

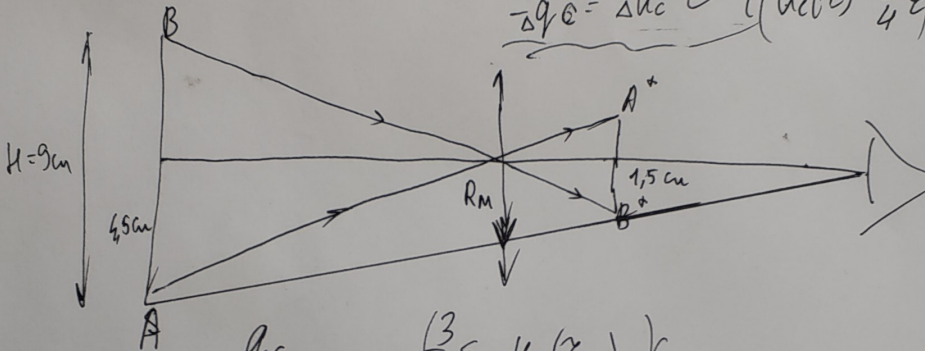
$$-\frac{I_0}{C} = \frac{\Delta U_c}{\Delta t} \quad C \Delta U_c = R \Delta U_R$$



$$-I_0 \Delta t = \Delta U_c C$$

суммарный заряд от 0 до τ

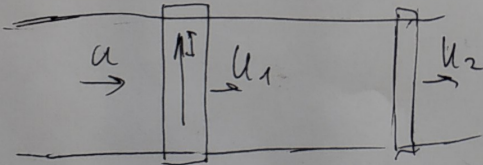
$$\Delta q_c = \Delta U_c \cdot C \quad \left(U_c(\tau) - \frac{3}{4} \varepsilon \right) = -q_c$$



$$q_c = \left(\frac{3}{4} \varepsilon - U_c(\tau) \right) C$$

от 0 до τ

$$\frac{C 3 \varepsilon}{4} - U_c(\tau) C = \frac{3}{4} C (\varepsilon - U_c(\tau))$$



$$\varepsilon \bar{v} \varepsilon = \beta L (U_2 - U_1)$$

$$I = \frac{\beta L}{5R} (U_2 - U_1) = \frac{\beta L}{5R} U_{\text{ном}}$$

$$F_A = \frac{\beta^2 L^2}{5R} U_{\text{ном}} = m a_1 \quad U_{\text{ном}} \cdot \Delta t \frac{\beta^2 L^2}{5R} = m \Delta U_1$$

$$\Delta S \cdot \frac{\beta^2 L^2}{5R} = m \Delta U_1 (\Sigma)$$

$$S \frac{\beta^2 L^2}{5R} = \frac{m}{2} \cdot \frac{2}{3} U_0$$

$$S = \frac{5R}{\beta^2 L^2} \cdot \frac{2m U_0}{2 \cdot 3} = \frac{10m U_0 R}{2 \cdot 3 \beta^2 L^2} = \frac{5m U_0 R}{3 \beta^2 L^2}$$