Часть 1

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

Шифр: **21202769**

ID профиля: **316336**

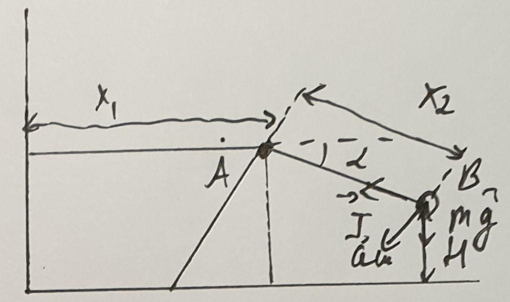
Вариант 1

чистовик 1

1. Дано:

$\cos\alpha = 3/5$

Решение:



$x_1 + x_2 = l$ – длина верёвки

~~пусть конец~~

пусть точка A движется с ускорением $a_{xб}$ вправо

тогда спустя время t длина верёвки x_1 станет $x_1' = x_1 - \frac{a_{xб}^2 t}{2}$

а x_2 станет $x_2' = x_2 + \frac{a_{xб}^2 t}{2}$

⇒ в системе отсчёта связанную с блоком (клином) шарик (конец верёвки) движется с ускорением $|a_{xб}|$ вдоль прямой AB.

Клин движется с ускорением $|a_x|$ по столу т.к. точка лежит на блоке ($|a_x| = |a_{xб}|$)

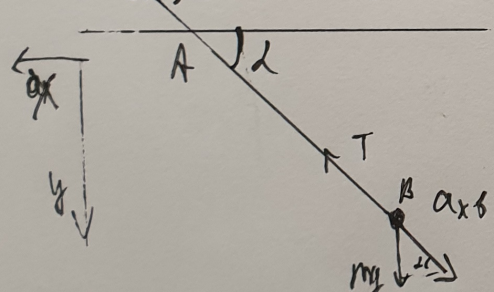
⇒ шарик движется с ускорением $\vec{a_x} + \vec{a_{xб}} = \vec{a}$

т.к. блок движет вдоль оси x, то ~~проек~~ проекции $a_{xб}$ на Oy и a на Oy равны

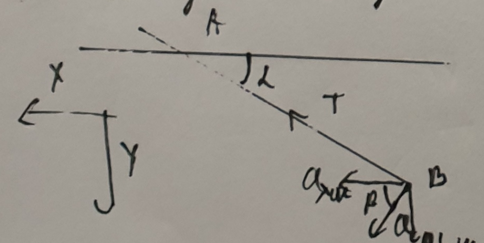
$a_{yш} = \sin\alpha \; a_{xб} = \sin\alpha \; a_x$

~~по OX~~ проекция ~~a~~ на OX равна ~~ускорению~~ клина (a_x)

в системе отсчёта связанной с блоком:



в системе отсчёта связанной с землёй



β – угол к горизонту

проекция a на OX $= |a_x \cdot \sin\alpha - a_x| = a_x(1 - \sin\alpha)$

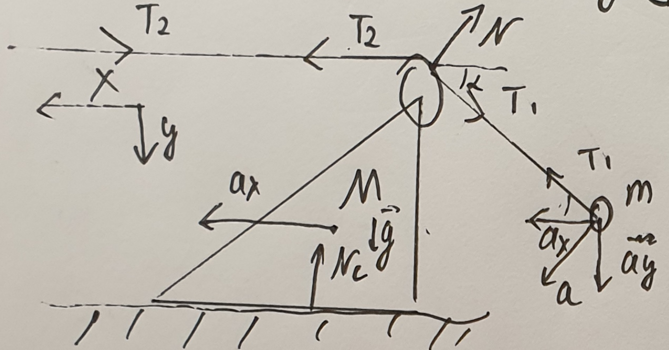
чистовик ②

т.к. иначе точки верёвки будут двигаться с разными ускорениями на OX а значит угол α изменится.

$\Rightarrow$ $a_{x\,m} = a_x$ $\quad a_{y\,m} = \cancel{a}\sin\alpha\, a_x$

$\Rightarrow$ $\operatorname{tg}\beta = \frac{a_y}{a_x} = \cancel{\frac{\sin\alpha\, a_x}{a_x}} = \sin\alpha = \frac{\sin\alpha\, a_x}{a_x(1-\sin\alpha)} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{5}} = 4$

$\beta = \operatorname{arctg}(\sin\alpha) = \cancel{\operatorname{arctg}\frac{4}{5}}\ \operatorname{arctg} 4$



$\vec{Mg}+\vec{N_c}+\vec{T_2}+\vec{T_1}+\cancel{\vec N} = \vec{a_x}M$ — для клина

X: $T_2 - T_1\cdot\cos\alpha = a_x M$

для шара:

$\vec{T_1} + m\vec{g} = \vec{a}m$

X: $T_1\cdot\cos\alpha = a_{xm} m$

Y $mg - T_1\cdot\sin\alpha = a_y m = \sin\alpha\, a_{xm} m$

для веревки $T_2\ \cancel{\vec{T_1}}\ -\vec{T_2}$ $\quad T_2 = T_1$ т.к. веревка однородная

$\Rightarrow$ $(1-\cos\alpha)T_1 = a_x M$

$T_1\cdot\cos\alpha = a_x m$

$T_1 = a_x(m+M)$

$mg - a_x(m+M)\cdot\sin\alpha = \sin\alpha\, a_x\cdot m$

$mg - a_x\cdot M\cdot\sin\alpha = 2a_x\cdot m\sin\alpha$

$a_x\cdot M = T_1\cdot\frac{2}{5}$

$a_x\cdot m = T_1\cdot\frac{3}{5}$

$\Rightarrow$ $\frac{m}{M} = \frac{3}{2} = 1{,}5$

По зн. сохранени энергии: (3) чистовик

$E_n = E_{k1} + E_{k2}$

E_{k1} – кинетическая энергия шара

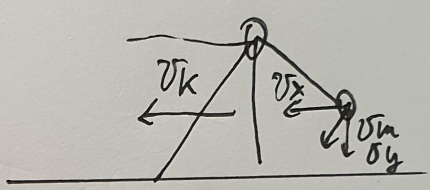
E_{k2} – кинетическая энергия клина

~~E_n – потенциальная энергия~~

E_n – изменение потенциальной энергии

~~E_k~~

$E_{k1} = \frac{v_k^2 \cdot M}{2}$



$E_{k2} = \frac{v_m^2 \cdot m}{2}$

$v_x^2 + v_y^2 = v_m^2$

$v_x = |a_{xm} \cdot t|$ t – время от начала падения шарика

$v_y = |a_y \cdot t|$

$v_k = |a_x \cdot t|$

$H \cdot E_n = \Delta h \cdot m \cdot g$

$E_{k1} + E_{k2} = \frac{t^2}{2}\left(M \cdot a_x^2 + m(a_{xm}^2 + a_{ym}^2)\right) =$

$= \cancel{\frac{t^2}{2}\left(M \cdot a_x^2 + 1,5M \cdot \frac{t^2}{2}\left(\frac{m}{1,5} a_x^2 + m a_x^2 + m \cdot \sin^2\alpha\, a_x^2\right)\right)} =$

$= \frac{t^2}{2}\left(m 7,5 \cdot a_x^2 + m\left(a_x^2(1-\sin\alpha)^2 + \sin^2\alpha\, a_x^2\right)\right) =$

$= \cancel{\frac{t^2}{2} m}\left(\frac{t^2}{2} m a_x^2 (7,5 + 2\sin^2\alpha + 1 - 2\sin\alpha\right) =$

$= \frac{t^2}{2} m a_x^2 \left(7,5 + 2 \cdot \frac{16}{25} + 1 - \frac{8}{5}\right) =$

$= \frac{t^2}{2} m a_x^2 (8,18) = m a_x^2 \cdot t^2 \cdot 4,14$

$E_n = \frac{t^2 \cdot a_y^2}{2} = \frac{\sin^2\alpha\, a_x^2 \cdot t^2}{2} = t^2 m a_x^2$

$$H = \frac{a_y \cdot t^2}{2}$$

(4) читови

~~$a_y 2 2$~~

$$H \cdot mg = E_{k1} + E_n \Rightarrow$$

$$\frac{\sin 2\, \cancel{a_x}}{\cancel{2}\,4} \cdot mg = a_x^2 \; 8{,}18 \cdot \cancel{m}$$

$$a_x = \frac{\frac{4}{5} g}{8{,}18}$$

$$a_y = \sin 2\, a_x = \frac{16}{25} : 8{,}18 \cdot g$$

$$\cancel{t} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \frac{\sqrt{2H} \cdot 5}{4} \cdot \sqrt{8{,}18\cancel{g}} : \sqrt{g} =$$

$$\cancel{= t =}$$

$$t = \frac{\sqrt{8{,}18} \cdot \sqrt{2} \cdot 5}{4} \cdot \frac{H}{\sqrt{g}}$$

Ответ: 3) $t = \frac{H}{\sqrt{g}} \cdot \frac{\sqrt{8{,}18} \cdot \sqrt{2} \cdot 5}{4}$ 2) 7,5 1) 4

21202769 (U316336 M1263855)

(5) чистовик.

2. Дано:

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

ν

T_0; $T_1 = T_0$; $T_2 = \frac{5}{6}T_0$

Найти:

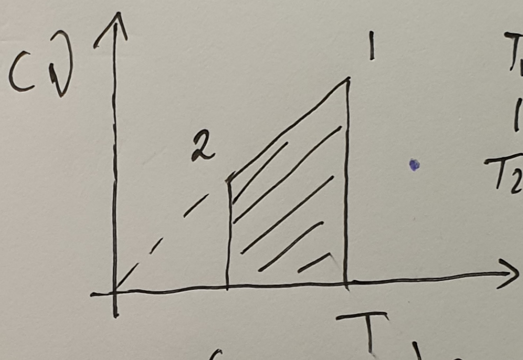
1) ΔQ_1 - ?

2) T_2 - ?

3) A - ?

Решение:

1) ~~изменение внутренней энергии это~~ отданное газом тепло это площадь под графиком $C\cdot\nu(T)$:



T_1; C_1 - в состоянии 1

T_2; C_2 - в состоянии 2

$$Q_1 = \frac{(C_2 + C_1)\nu}{2}\cdot(T_1 - T_2) =$$

$$= \frac{2R}{T_0\cdot 2}\cdot\nu(T_2 + T_1)(T_1 - T_2) =$$

$$= \frac{2R}{2T_0}\cdot\nu\left(\frac{11}{6}T_0\right)\left(\frac{1}{6}T_0\right) =$$

$$= \frac{11}{36}\cdot\nu R T_0$$

(6) чистовик

2) $\cancel{A=}|\Delta Q| \cancel{=} |A+\Delta U|$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_0)$

$\Delta Q = \frac{\nu R}{T_0}(T_2+T_0)(T_2-T_0)$ $T_2 < T_0$ по усл $\Rightarrow$

$\Delta A = \Delta Q - \Delta U$

$-A = \frac{\nu R}{T_0}(T_2+T_0)(T_0-T_2) - \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_2) =$

$= \nu R\left(\frac{1}{T_0}(T_0^2 - T_2^2) - \frac{3}{2}(T_0 - T_2)\right)$

т.к. газ охлаждают, то у него тепло забирают и сжимают $\Rightarrow A<0$, при этом C это сумма $\frac{\Delta U}{\nu \Delta t}$ и $\frac{A}{\nu \Delta t}$ при T_0; $C > \frac{\Delta U}{\nu \Delta t}$ $(2R > 1{,}5R) \Rightarrow$ при сжатии над ним совершаети работа но в ~~начале~~ некоторий момент ~~при~~ $C \approx 1{,}5R \Rightarrow$ при его дальнейшем охлаждении газ начнёт совершать работу.

$2R\frac{T_2}{T_0} = \frac{3}{2}\cancel{\nu}R$

2) $T_2 = \frac{3}{4}T_0$

3) $T_2 = T \Rightarrow$

$A = \nu R\left(\frac{1}{T_0}\left(T_0^2 - \frac{9}{16}T_0^2\right) - \frac{3}{2}\left(T_0 - \frac{3}{4}T_0\right)\right) =$

$= \nu R \cdot T_0\left(\frac{7}{16} - \frac{3}{8}\right) = \nu R T_0 \cdot \frac{1}{16}$

Ответ: 1) $Q = \frac{11}{36}\nu R T_0$ 2) $T = \frac{3}{4}T_0$ 3) $A = \nu R T_0 \cdot \frac{1}{16}$.

Часть 2

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

Шифр: **21202769**

ID профиля: **316336**

Вариант 1

Чистовик 5

$\Rightarrow a_1 = 2a_2$ на всех моментах времени

$\Rightarrow$ Пусть Δv - на столько изменится скорость перемычки 2; тогда изменение скорости перемычки 1 $= 2\Delta v$

при этом они попали в равновесие когда $v_1 = v_2$

$v_1 = v_0 - 2\Delta v$

$v_2 = \Delta v$

$v_0 = 3\Delta v$

$\Delta v = \frac{v_0}{3}$

$v_1 ; v_2 = v_0/3$

тогда кинетическая энергия системы в конце

$\frac{v_1^2 m_1}{2} + \frac{v_2^2 m_2}{2}$ -

по зак. сохр. энергии

$A + E_0 = E_1 + Q$

$E_0 = \frac{v_0^2 m_1}{2}$

$A = \int_0^t \mathcal{E} \cdot \Delta t = \int_0^t \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot t = \Delta \Phi = L \cdot \Delta X \cdot B$

ΔX - ~~смещение~~ изменение расстояния между 1 и 2

$Q = \int_0^t \frac{\mathcal{E}^2}{R} \cdot \Delta t = \frac{L^2 \Delta X^2 B^2}{R}$

$\Rightarrow L \cdot \Delta X \cdot B + \frac{v_0^2 m_1}{2} = \frac{v_0^2}{9} \cdot \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$

$L \cdot \Delta X \cdot B + \frac{v_0^2 m}{2} = \frac{v_0^2}{2} \cdot \frac{1}{3} m$

Ответ: 1) $a = \frac{v_0 B^2 L^2}{6Rm}$ 2) $v_1 ; v_2 = v_0/3$

21202769 (U316336 M1263856)

11-01 Чистовик ①

3. Дано:

$C_2 = C$

$C_1 = 2C$

$\mathcal{E}$

R

Найти:

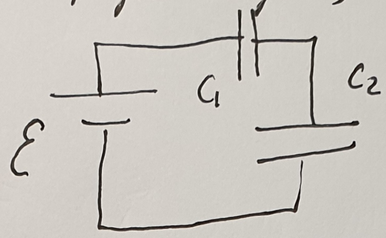
I_1 ?

Q – ?

I_K – ?

Решение:

1) изначальная цепь (ключ разомкнут)



u_1 – напряжение на C_1

u_2 – напряжение на C_2

т.к. конденсаторы соединены последовательно, то $u_1 + u_2 = \mathcal{E}$

т.к. соединены последовательно, то заряды на них равны (q)

$u_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{q}{2C}$; $u_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{q}{C}$

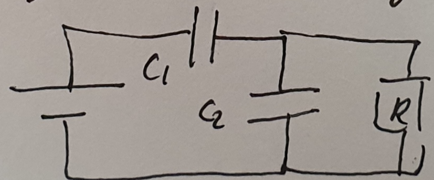
$$\frac{q}{2C} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$$

$$3q = 2C\mathcal{E}$$

$$q = \frac{2}{3}C\mathcal{E}$$

$$\Rightarrow u_2 = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$

2) цепь после замыкания ключа



т.к. сразу после замыкания заряд на C_2 не изменился, то и u_2 не изменилось значит напряжение R ~~на~~ $= u_2$ т.к. параллельное соединение. И сила тока тогда $I_1 - ? \frac{u_2}{R} = \frac{2}{3}\frac{\mathcal{E}}{R}$

Чистовик Ток в цепи будет течь пока ②
C_1 не зарядится до $\mathcal{E}$; тогда
будет разрыв цепи

для этого $U_1 = \mathcal{E} = \frac{q_2}{2C}$

$$q_2 = 2C\mathcal{E}$$

тогда через $\mathcal{E}$ протечёт заряд

$$\Delta q = q_2 - q = \frac{4}{3}C\mathcal{E}$$

по. зн. сохранения энергии

$$W_1 + W_2 + A_э = W_1' + W_2' + Q$$

Q - тепло которое выделится

$W_1; W_1'$ - энергия запасённая в C_1 (до и после перезарядки)

$W_2; W_2'$ - энергия в C_2

$A_э$ - работа ~~$\mathcal{E}$~~ ЭДС

$$A_э = \Delta q \cdot \mathcal{E} = \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2$$

$$W_1 = \frac{q^2}{2 \cdot 2C} = \frac{4}{9}\frac{C\mathcal{E}^2}{4} = \frac{C\mathcal{E}^2}{9}$$

$$W_1' = \frac{4C^2\mathcal{E}^2}{2 \cdot 2C} = C\mathcal{E}^2$$

$$W_2 = \frac{q^2}{2C} = \frac{2}{9}C\mathcal{E}^2$$

$$W_2' = 0$$

$$Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{9} + \frac{2}{9}C\mathcal{E}^2 + \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2 - 0 - C\mathcal{E}^2 =$$

$$= \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$$

ток через C_1 $(I_0) = q_1'$ q_1 - заряд на C_1

$$W_1' = \left(\frac{q^2}{2C_1}\right)' = \frac{I \cdot q}{C_1} = I \cdot U_1 = P_1 = I \cdot (\mathcal{E} - I_R \cdot R)$$

~~$U_2 = \mathcal{E}$~~ $U_2 = \mathcal{E} - U_1$ (т.к. последовательно)

21202769 (U316336 M1263856)

Чистовик 3

$U_2 = I_R \cdot R$

$I_R \cdot R = \mathcal{E} -$

$I = I_R + I_2$ по зн. Кирхгофа

I_R – ток через резистор

I_2 ток на C_2

$$W_2' = \frac{I_2 \cdot q_2}{C_2} = I_2 U_2 = I_2 I_R \cdot R = (I - I_R) I_R \cdot R = P_2$$

P_1 – заряжается – поглощает

P_2 – разряжается – отдает

$\mathcal{E}$ – заряжает. отдаёт

Q' – поглощает.

$$P_2 + \mathcal{E} \cdot I = Q' + P_1$$

$$I_R \cdot R (I - I_R) + \mathcal{E} \cdot I = I_R^2 \cdot R + I(\mathcal{E} - I_R \cdot R)$$

$$I_R \cdot R (I - I_R) + \cancel{\mathcal{E} \cdot I} = I_R^2 \cdot R + \cancel{I \cdot \mathcal{E}} - I \cdot I_R \cdot R$$

$$2 I_R^2 \cdot R = 2 I_R \cdot R \cdot I$$

$$\Rightarrow I_R = I = I_0$$

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

Чистовик (4)

№4

Дано:

L

$m_1 = m$

$R_1 = R$

$m_2 = 2m$

$R_2 = 2R$

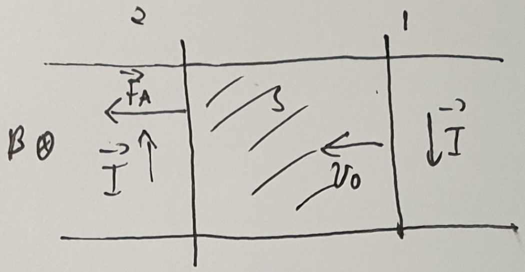
V_0

Найти:

1) a_2 - ?

2) $v_1; v_2$ - ?

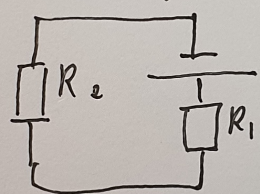
Решение:



при движении перемычки 1, меняется площадь контура (S) => меняется магнитный поток (Ф) => возникает ε индукции

$$\varepsilon = Ф' = S' \cdot B_0 = v_0 \cdot B_0 \cdot L$$

и тогда сила тока в цепи:



$$I = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_1} = \frac{\varepsilon}{3R} = \frac{v_0 B_0 \cdot L}{3R}$$

сила ампера это: $F_A = IBL$

тогда для перемычки 1 это

$$F_{A1} \overset{\cancel{IBL}}{=} \frac{v_0 \cdot B^2}{3R} \cdot L^2$$

$$a_2 m_2 = F_{A1} =$$

1) $$a_2 = \frac{v_0 B^2 L^2}{3R\,2m} = \frac{v_0 B^2 L^2}{6Rm}$$

тогда a_2 в общем виде

$$a_2 = \frac{(v_1 - v_2) B^2 L^2}{6Rm}$$

$$a_1 = \frac{(v_1 - v_2) \cdot B^2 L^2}{3Rm}$$ (аналогично)