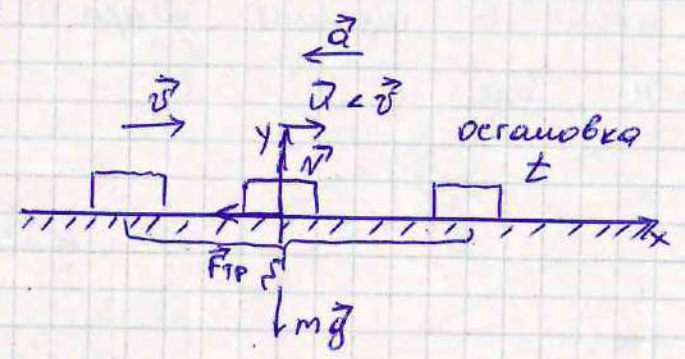


ор-37

★ ААААА П

f, t, v
 $\mu = ?$



1) 23 Н сила m^* , где m - масса бруска:

$x: + \mu N = + m \cdot a \Rightarrow (\mu N = m \cdot a)$
 $y: N = mg \rightarrow \mu mg = ma \Rightarrow (a = \mu g = const)$

2) Ускорение по формуле $\Rightarrow s = \frac{0 - v^2}{2a} =$
 $= \frac{v^2}{2\mu g} = s \Rightarrow f \cdot 2mg = v^2 \Rightarrow (\mu = \frac{v^2}{2gs^2})$

2) Но как не сказано, что брусок остановился, рассмотрим задачу, когда у бруска имеется какой-то запас энергии

$a = \mu g = const$
 $a \quad s = \frac{u^2 - v^2}{2\mu g}$, где u - скорость в момент времени t

также $u = v - \mu g \cdot t \Rightarrow (u = v - \mu g t)$
 тогда $s = \frac{(v - \mu g t)^2 - v^2}{2\mu g} = \frac{v^2 - 2 \cdot v \mu g t + (\mu g t)^2}{2\mu g} \Rightarrow$

ЗАДАЧА 13

1) Построим график в координатах

$p(T)$:

Линия давления

в точке 1 равно

p_1 , тогда в

точке 2 давл- p_1

-ие $2p_1$

2) КПД для

цикла $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$, где A_{Σ} - суммарная работа газа во всем процессе

Q_H - подведенная

$$\bullet A_{\Sigma} = \oint p \, dV = (2p_1 - p_1)(T_4 - T_1) = p_1(T_4 - T_1)$$

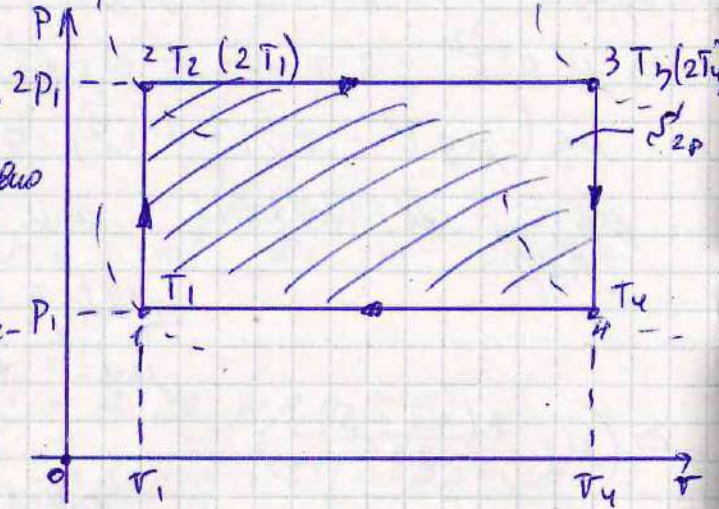
проанализируем каждый процесс $1-2$ и $3-4$

$$1-2: Q_{12} = C_V \nu (T_2 - T_1) = \dots, \text{ где } C_V - \text{ молярная теплоемкость при постоянном объеме}$$

$$2-3: Q_{23} = C_P \nu (T_3 - T_2) = \dots, \text{ где } C_P - \text{ молярная теплоемкость при постоянном давлении}$$

значит $Q_H = Q_{12} + Q_{23}$

где $C_P = \frac{i+2}{2} R$, $C_V = \frac{i}{2} R \Rightarrow$



$$\Rightarrow Q_H = G_V \nu (T_2 - T_1) + G_P \nu (T_3 - T_2) = \\ = \nu (G_V (T_2 - T_1) + G_P (T_3 - T_2))$$

3) Составлю уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$\text{для } 1-2: \begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ 2 p_1 V_1 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow (T_2 = 2T_1)$$

$$\text{аналогично для } 3-4: \begin{cases} p_1 V_4 = \nu R T_4 \\ 2 p_1 V_4 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{T_4}{T_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (T_3 = 2T_4)$$

$$\text{тогда } Q_H = \nu (G_V (2T_1 - T_1) + G_P (2T_4 - 2T_1)) = \\ = \nu (G_V T_1 + 2 G_P (T_4 - T_1)) = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + 2 \left(\frac{G_P}{\alpha} + 1 \right) (T_4 - T_1) \right) = \\ = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + 2 \left(\frac{G_P}{\alpha} T_4 - \frac{G_P}{\alpha} T_1 + T_4 - T_1 \right) \right) = \\ = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + i T_4 - i T_1 \right)$$

$$Q_H = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + 2 \cdot \frac{G_P + 2}{\alpha} R (T_4 - T_1) \right) = \\ = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + 2R \left(\frac{G_P}{\alpha} + 1 \right) (T_4 - T_1) \right) = \\ = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + 2R \left(\frac{G_P}{\alpha} T_4 - \frac{G_P}{\alpha} T_1 + T_4 - T_1 \right) \right) = \\ = \nu \left(\frac{G_V}{\alpha} R T_1 + i T_4 R - i T_1 R + 2 R T_4 - 2 R T_1 \right) = \\ = \nu \left(- \frac{i R T_1}{\alpha} - 2 R T_1 + R T_4 (i + 2) \right) = \\ = \nu \left(- \frac{5}{\alpha} i R T_1 + R T_4 (i + 2) \right) = \nu R (T_4 (i + 2) - \frac{5}{\alpha} i T_1)$$

$$\text{также } A_2 = p_1 (V_4 - V_1) = p_1 V_4 - p_1 V_1 = \nu R (T_4 - T_1)$$

$$\text{значит } \eta = \frac{\nu R (T_4 - T_1)}{\nu R (T_4 (i + 2) - \frac{5}{\alpha} i T_1)} = \frac{T_4 - T_1}{T_4 (i + 2) - \frac{5}{\alpha} i T_1}$$

$$\eta = \eta_{\max} = \eta' = \frac{(T_4 - T_1)' \cdot (T_4(l+2) - \frac{\Sigma}{\alpha} l T_1) - \delta_{\text{const}} (T_4(l+2) - \frac{\Sigma}{\alpha} l T_1)^2}{(T_4 - T_1) \cdot (T_4(l+2) - \frac{\Sigma}{\alpha} l T_1)'} =$$

$$= \frac{-(T_4 - T_1) \cdot (T_4(l+2))' - (\frac{\Sigma}{\alpha} l T_1)''}{(T_4(l+2) - \frac{\Sigma}{\alpha} l T_1)^2} =$$

$$= (T_4 - T_1) \left(0 + 0 - (\frac{\Sigma}{\alpha} l T_1)'' \right)$$

поскольку в уравнении 2-3:

$$\bullet A_{23} = + \underline{\underline{\xi_{20}}} = 2p_1 (T_4 - T_1)$$

$$\bullet A_{41} = - \underline{\underline{\xi_{20}}} = p_1 (T_4 - T_1)$$

следовательно $A_2 = 3p_1 (T_4 - T_1)$

проект 1-2:

$$Q_R = \Delta U_{12} + A_{12}, \text{ где } A_{12} = 0$$

$$\bullet \Delta U_{12} = \frac{l}{\alpha} DR (2T_1 - T_1) = \frac{l}{\alpha} DR T_1$$

проект 2-3:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$\bullet \Delta U_{23} = \frac{l}{\alpha} DR (T_3 - 2T_1)$$

$$\bullet A_{23} = + \underline{\underline{\xi_{20}}} = 2p_1 (T_4 - T_1)$$

ЗАДАЧА 3

$p_2 = 2p_1$ 1) Записать цикл в координатах

$\eta_{max} = ?$

$p(V) : p$

2) Работа в

процессе 4-1:

$$A_{41} = -\int_{2p_1}^{p_1} p \, dV = p_1(V_4 - V_1)$$

процессе 2-3:

$$A_{23} = +\int_{2p_1}^{p_1} p \, dV = 2p_1(V_4 - V_1)$$

тогда суммарная работа ($A_{\Sigma} = 3p_1(V_4 - V_1)$)

3) КПД в цикле вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{Q_{23} - Q_{12}}{Q_H} \quad \text{где } Q_H - \text{ кол-во тепла, отданное нагревателем}$$

в процессах 1-2 и 2-3 так как в-се

$$\text{нагревателем} \Rightarrow Q_H = Q_{12} + Q_{23}$$

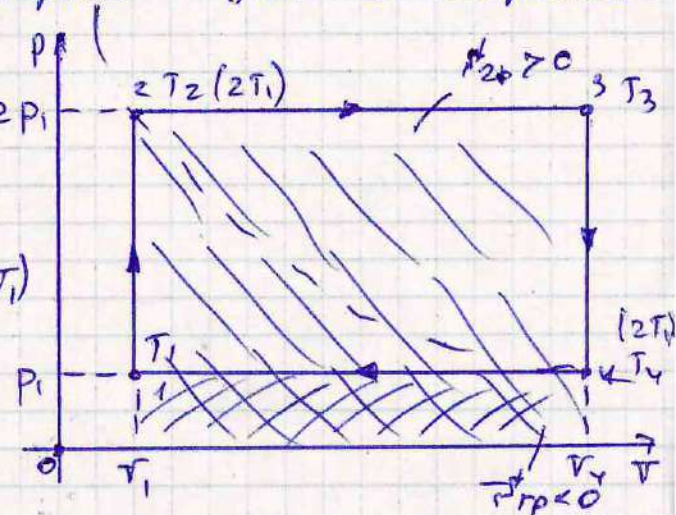
$$Q_{12} = \alpha_V \nu (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \alpha_P \nu (T_3 - T_2)$$

где α_P - молярная теплоемкость в изобарном процессе, α_V - в изохорном, при

$$\text{т.е.} \quad \alpha_P = \frac{i}{2} R$$

$$\alpha_V = \frac{i+2}{2} R$$



по закону Менделеева-Клапейрона:

$$1-2: p_1 V_1 = \nu R T_1 \rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow (T_2 = 2T_1)$$

$$2p_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$3-4: p_1 V_4 = \nu R T_4 \rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{T_4}{T_3} \Rightarrow (T_3 = 2T_4)$$

$$2p_1 V_4 = \nu R T_3$$

значит $Q_{12} = G_V \nu (2T_1 - T_1) = G_V \nu T_1$

$$Q_{23} = G_P \nu (2T_4 - 2T_1) = 2G_P \nu (T_4 - T_1)$$

Аналогично Q_x - холодопроизводительность

$$Q_x = Q_{34} + Q_{41}$$

$$\bullet Q_{34} = G_V \nu (T_4 - T_3) = -G_V \nu T_4 \rightarrow Q_x = G_P \nu (T_1 - T_4) - G_V \nu T_4$$

$$\bullet Q_{41} = G_P \nu (T_1 - T_4) \rightarrow Q_4 = G_V \nu T_1 + 2G_P \nu (T_4 - T_1)$$

значит $\eta = 1 - \frac{(\frac{l}{\alpha} + 1) \cdot R \nu (T_1 - T_4) - \frac{l}{\alpha} \nu R T_4}{\frac{l}{\alpha} \nu R T_1 + (l+2) R \nu (T_4 - T_1)} =$

$$= 1 - \frac{(\frac{l}{\alpha} T_1 - \frac{l}{\alpha} T_4 + T_1 - T_4) R \nu - \frac{l}{\alpha} \nu R T_4}{\frac{l}{\alpha} \nu R T_1 + (l T_4 - l T_1 + 2 T_4 - 2 T_1) R \nu} =$$

$$= 1 - \frac{\frac{l}{\alpha} \nu R T_1 - \frac{l}{\alpha} \nu R T_4 + \nu R T_1 - \nu R T_4 - \frac{l}{\alpha} \nu R T_4}{\frac{l}{\alpha} \nu R T_1 + l \nu R T_4 - l \nu R T_1 + 2 \nu R T_4 - 2 \nu R T_1} =$$

$$= 1 - \frac{\frac{l}{\alpha} T_1 - \frac{l}{\alpha} T_4 + T_1 - T_4 - \frac{l}{\alpha} T_4}{\frac{l}{\alpha} T_1 + l T_4 - l T_1 + 2 T_4 - 2 T_1} =$$

$$= 1 - \frac{l T_4 + \frac{l T_1 + 2 T_1}{2} - T_4}{\frac{l T_1 + 2 T_1}{2} + l T_4 + 2 T_4 - 2 T_1} =$$

В А Д А Ч А

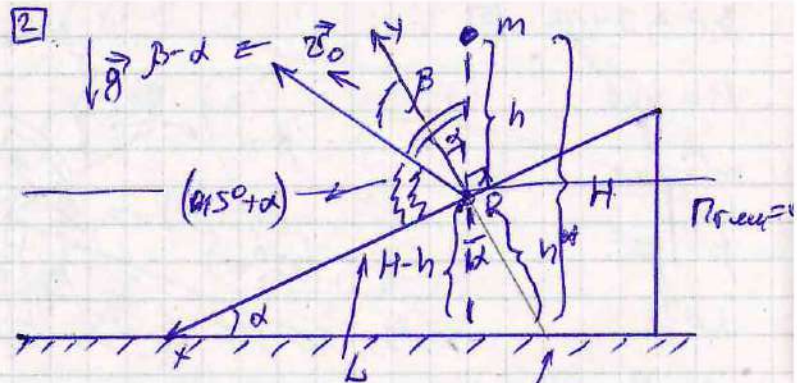
2

$M = 4 \text{ кг}$

$m = 2 \text{ кг}$

$\beta = 45^\circ$

$\alpha = ?$



1) удар упругий \Rightarrow скорости перед ударом равны скорости после

2) БСЭ все m^p .

БСЭ: $mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow (v_0 = \sqrt{2gh})$

2) Согласно кин-мех формулам:

$x: L = v_0 \cos(45^\circ + \alpha) t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$

$y: -h^* = v_0 \sin(45^\circ + \alpha) t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$

ЗАДАЧА 14

∞

m, q

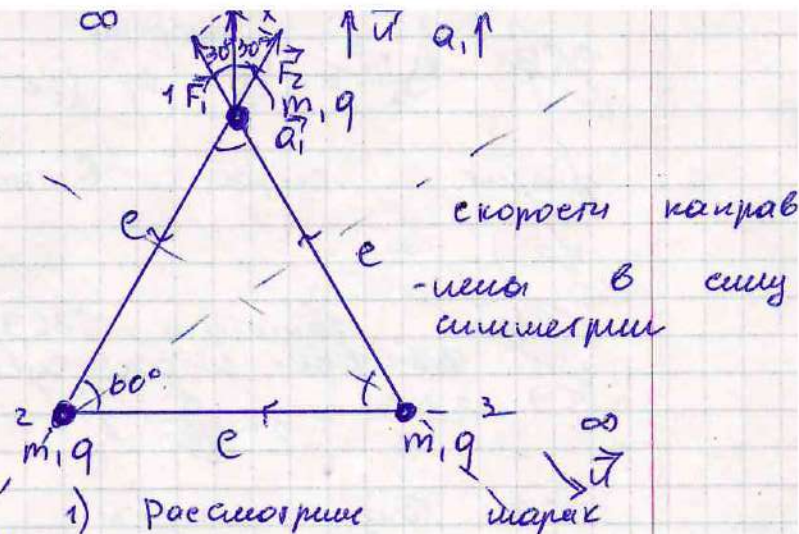
e

1) Найти ускорение шариков

сразу после

перетягивания

2) Найти ширину каньона?



1) Рассмотрим шарик сразу после перетягивания

- какие силы:

$$F_1 = k \frac{|q| \cdot |q|}{e^2} = k \frac{q^2}{e^2} \quad \text{тогда по 2-3 Н Дел}$$

$$F_2 = k \frac{|q| \cdot |q|}{e^2} = k \frac{q^2}{e^2}$$

$$m \cdot a_1 : x: F \cos 30^\circ + F \cos 30^\circ = m \cdot a_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2F \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = m \cdot a_1 \Rightarrow \left(a_1 = \frac{F\sqrt{3}}{m} = \frac{kq^2\sqrt{3}}{me^2} \right) = a_2 = a_3$$

2) Три равные шарика на ∞ взаимная энергия, действующая между шариками, равна 0 и можно её пренебречь. На шарик действует только консервативная сила, которая является консервативной; тогда:

ЗСЭ $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} \Rightarrow (v_0 = u)$

значит скорости вылета равна скорости на ∞

ЗСЭ: $\frac{3 m v_0^2}{2} + 3 k \frac{q^2}{e}$

ЗСЭ для n шариков: $3 k \frac{q^2}{e} = \frac{m u^2}{2} \cdot 2$, где u - скорость

шариков на бесконечности ∞
 $\Rightarrow 6 k \frac{q^2}{e} = m u^2 \Rightarrow u = \sqrt{\frac{6 k q^2}{m e}} = q \sqrt{\frac{6 k}{m e}}$

значит импульс $p_1 = p_2 = p = m u = q m \sqrt{\frac{6 k}{m e}} = q \sqrt{\frac{6 k m^2}{m e}} = q \sqrt{\frac{6 k m}{e}}$

Ответ: 1) $a = \frac{k q^2 \sqrt{5}}{m e^2}$

2) $p = q m \sqrt{\frac{6 k m}{e}}$

где $W = \frac{k |q_1| |q_2|}{r}$ - взаимная энергия двух шариков (ион-ион)