№1

Дано: | СИ: | Решение:

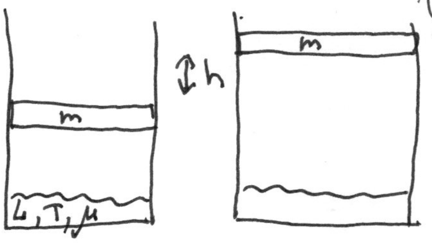
m

T

L

μ

$\eta - ?$



1) Первый закон термодинамики:

$$Q = \Delta U + A \qquad A = mgh$$

$$Q = Lm + A \qquad A = p\Delta V (\text{т.к. } T = const)$$

масса испаренной ~~во~~ жидкости

2) $$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A}{Lm + A}$$

3) Ур-ние Менделеева-Клапейрона для 2-х состояний:

$$\begin{cases} pV_1 = \frac{m_1}{\mu} RT \\ pV_2 = \frac{m_2}{\mu} RT \end{cases}$$

$$p(V_2 - V_1) = \frac{(m_2 - m_1)}{\mu} RT$$

$m_2 - m_1 = m$ - кол-во (масса) испаренной воды

$$p\Delta V = \frac{mRT}{\mu} = A \rightarrow m = \frac{\mu A}{RT}$$

4) $$\eta = \frac{A}{L \cdot \frac{\mu A}{RT} + A} = \frac{1}{\frac{L\mu}{RT} + \frac{RT}{RT}} = \frac{RT}{L\mu + RT}.$$

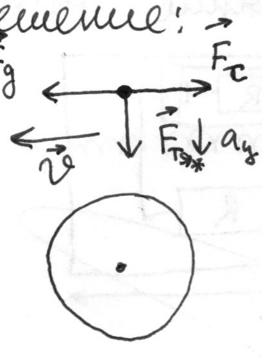
Ответ: $\eta = \frac{RT}{L\mu + RT}$

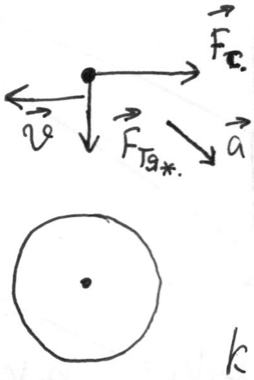
№2

Дано:
$r_1 = 10000$ км
$m_1 = 0{,}5$ кг
$\Delta r_1 = 1$ км
$r_2 = 5000$ км
$m_2 = 2{,}8$ кг
$\Delta r_2 = ?$ км

Си:

Решение:





1) Пусть η – КПД двигателя, тогда

$$\eta = \frac{A_п}{A_з} = \frac{A_п}{km}$$

k – удельная теплота сгорания топлива.

$$A_п = \eta \cdot km$$

2) $A_п = A_{двигателя} = -A_{F сопротивления}$

$$\eta km = -A_{F_c}$$

3) По т. об изменении кинетической энергии (когда двигатель отключен):

$A = \Delta E_к$; $A = \frac{m(v_к^2 - v_н^2)}{2}$, причем $A = A_{F_c}$, т.к. $\vec{F}_{тяж} \perp \vec{v}$

$$A_{Fc} = \frac{m(v_к^2 - v_н^2)}{2}$$

4) $a_y = \frac{v^2}{r}$; $v_к^2 = r_к \cdot a_y$; $v_н^2 = r_н \cdot a_y$ ($a_y = const$, т.к. $r_к \approx r_н$)

$$A_{FC} = \frac{ma_y(r_к - r_н)}{2}$$

5) $\eta km = -\frac{ma_y(r_к - r_н)}{2} \rightarrow \eta km = \frac{ma_y(r_н - r_к)}{2}$

Заметим, что $ma_y = F_{тяж} = \frac{GMm}{r^2}$

Итак, $\begin{cases} \eta km_1 = \frac{GMm\Delta r_1}{r_1^2 \cdot 2} \\ \eta km_2 = \frac{GMm\Delta r_2}{r_2^2 \cdot 2} \end{cases}$

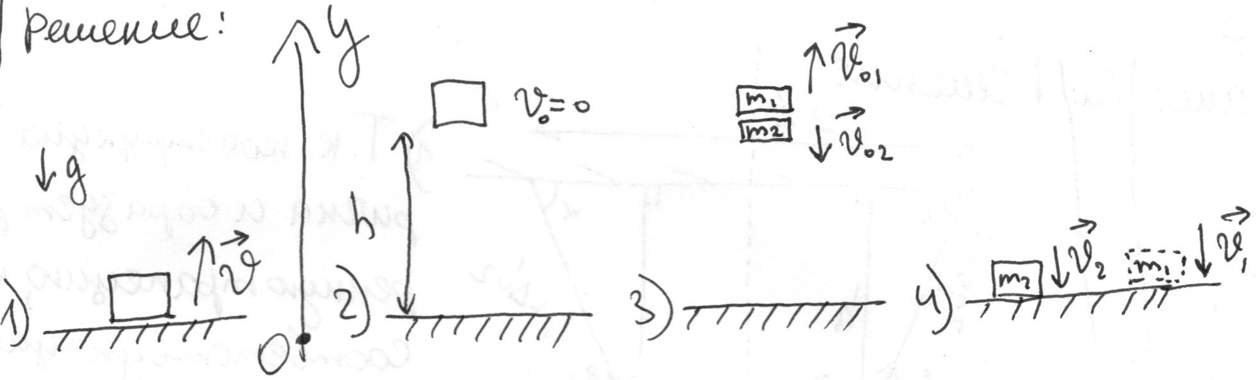
$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta r_1 \cdot r_2^2}{r_1^2 \cdot \Delta r_2}$; $\Delta r_2 = \frac{\Delta r_1 \cdot r_2^2 \cdot m_2}{r_1^2 \cdot m_1}$

$$\Delta r_2 = \frac{1 \cdot (10^4)^2 \cdot 2{,}8}{(5 \cdot 10^3)^2 \cdot 0{,}5} = \frac{100 \cdot 2{,}8}{25 \cdot 0{,}5} = 22{,}4 \text{ км}$$

Ответ: $\Delta r_2 = 22{,}4$ км

№3

Дано:	СИ:	Решение:
v		
v_1		
v_2		
$\frac{m_1}{m_2}$ – ?		



1) $S=\frac{v_0^2-v^2}{-2g}=h \rightarrow h=\frac{v^2}{2g}$

2) ЗСИ для осколков в момент разрыва: $0=m_1\vec{v}_{01}+m_2\vec{v}_{02}$

$$Oy:\ m_1v_{01}=m_2v_{02}$$

$$\frac{m_1}{m_2}=\frac{v_{02}}{v_{01}}$$

3) ЗСЭ для осколков от момента разрыва до косания земли:

$$\begin{cases}\frac{m_1v_{01}^2}{2}+m_1gh=\frac{m_1v_1^2}{2}\\ \frac{m_2v_{02}^2}{2}+m_2gh=\frac{m_2v_2^2}{2}\end{cases}\quad \begin{cases}v_{01}^2=v_1^2-gh\\ v_{02}^2=v_2^2-gh\end{cases}\quad \begin{cases}v_{01}^2=v_1^2-\frac{v^2}{2}\\ v_{02}^2=v_2^2-\frac{v^2}{2}\end{cases}$$

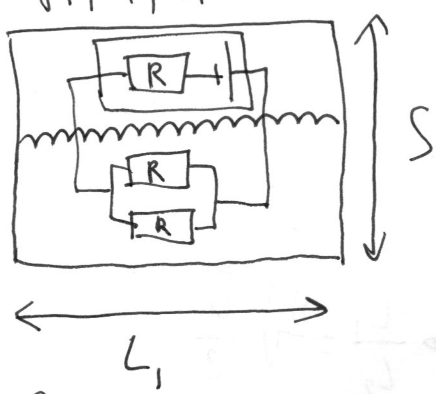
$$\left(\frac{v_{02}}{v_{01}}\right)^2=\frac{v_2^2-0{,}5v^2}{v_1^2-0{,}5v^2}=\frac{2v_2^2-v^2}{2v_1^2-v^2};\ \frac{v_{02}}{v_{01}}=\sqrt{\frac{2v_2^2-v^2}{2v_1^2-v^2}}$$

Итак, $\frac{m_1}{m_2}=\sqrt{\frac{2v_2^2-v^2}{2v_1^2-v^2}}$

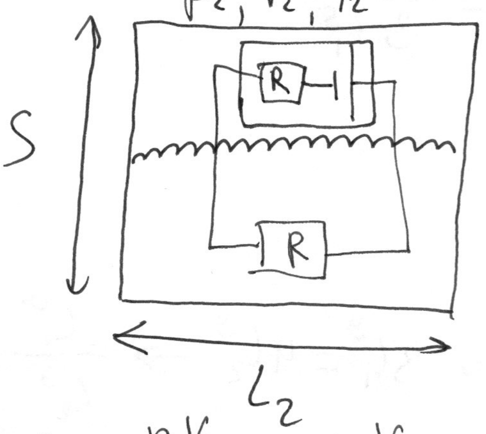
Ответ: $\frac{m_1}{m_2}=\sqrt{\frac{2v_2^2-v^2}{2v_1^2-v^2}}$

№4

1 состояние: $p_1; V_1; T_1$



2 состояние: $p_2; V_2; T_2$



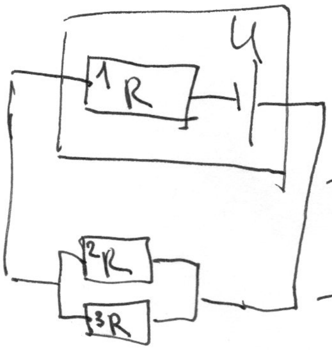
1) Ур-ние сост. идеального газа: $\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\frac{p_2\cdot T_1}{p_1\cdot T_2}$.

2) $p_1=F_1/S$ По з. Гука $F=k\Delta l$ (но т.к. $\Delta l \gg l_{нач}$, то)

$p_2=F_2/S$

$$\begin{cases} p_1=\frac{kl_1}{S} \\ p_2=\frac{kl_2}{S} \end{cases}$$

3)



$R_0=1,5R$ Закон Ома: $I=\frac{U}{R}$.

$I_1=\frac{U}{1,5R}=\frac{2U}{3R}$ Закон Джоуля-Ленца: $Q=UIt$

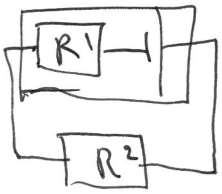
$Q=I^2Rt$.

$I_2=I_3=0,5I_1=\frac{2U}{6R}$

$$Q_0=I_1^2Rt+2I_2^2Rt=Rt\left(I_1^2+2I_2^2\right)=Rt\left(\frac{4U^2}{9R^2}+\frac{2\cdot4U^2}{36R^2}\right)=$$
$$=t\cdot\left(\frac{4U^2}{9R}+\frac{4U^2}{18R}\right)=t\cdot\frac{12U^2}{18R}=t\cdot\frac{2U^2}{3R}$$

$\frac{Q_0}{t}=\frac{2U^2}{3R}=mT_1^4\cdot S_{1бок}$ m - некий коэффициент теплопередачи

4)



$R_0=2R$ $I_1=I_2=\frac{U}{2R}$ $Q_0=2I_1^2Rt=2\frac{U^2}{4R^2}\cdot Rt$

$Q_0=\frac{U^2}{2R}t \rightarrow \frac{Q_0}{t}=\frac{U^2}{2R}$

$\frac{U^2}{2R}=mT_2^4\cdot S_{2бок}$.

5) $\cancel{\frac{V_1}{V_2}=\frac{kl_2\cdot S}{S\cdot kl_1}}$ $\frac{p_2}{p_1}=\frac{kl_2}{S}\cdot\frac{S}{l_1k}=\frac{l_2}{l_1}$

$$\frac{\cancel{m}T_1^4\cdot S_{1бок}}{\cancel{m}T_2^4\cdot S_{2бок}}=\frac{2\cancel{U^2}\cdot2\cancel{R}}{3\cancel{R}\cdot\cancel{U^2}}\rightarrow\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4\cdot\frac{l_1\cdot\cancel{\Pi d}}{l_2\cdot\cancel{\Pi d}}=\frac{4}{3}\rightarrow\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4=\frac{4l_2}{3l_1}$$

№4 (продолжение)

$$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^4 = \frac{l_2^4 \cdot 4 l_2}{l_1^4 \cdot 3 l_1} = \frac{4 l_2^5}{3 l_1^5}$$

$$\left(\frac{S \cdot l_1}{S \cdot l_2}\right)^4 = \frac{4 l_2^5}{3 l_1^5}$$

$$\frac{l_1^4}{l_2^4} = \frac{4 l_2^5}{3 l_1^5} \rightarrow 3 l_1^9 = 4 l_2^9 \rightarrow \frac{l_1^9}{l_2^9} = \frac{4}{3} \rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \sqrt[9]{\frac{4}{3}}.$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\cancel{S} \cdot l_1}{\cancel{S} \cdot l_2} = \sqrt[9]{\frac{4}{3}} \approx 1{,}032$$

Ответ: $\sqrt[9]{\frac{4}{3}} \approx 1{,}032.$

№5

Дано: | Си: | Решение:

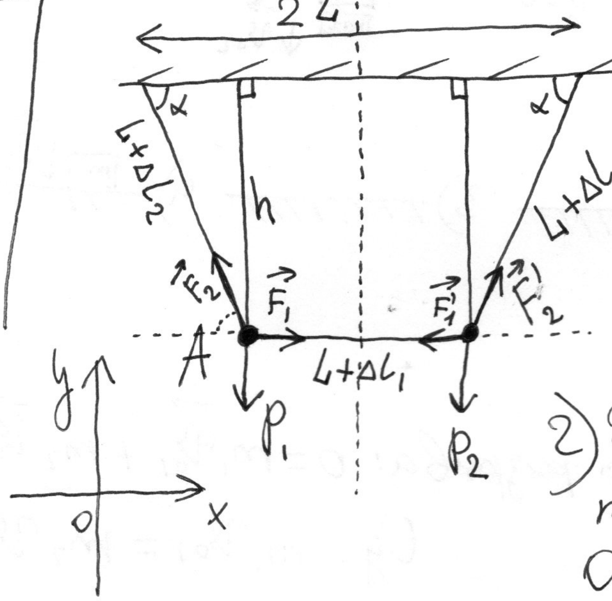
L

m

α

$k-?$

$h-?$



1) Т.к. конструкция симметрична и образует равнобедренную трапецию, то соответствующие силы равны по модулю.

2) Динамическое ур-ние для точки A:

$m\vec{a} = \vec{F_2} + \vec{F_1} + \vec{P_1} = \vec{0}$ $\qquad P_1 = mg$

$Ox:\ -F_2\cos\alpha + F_1 = 0$

$Oy:\ F_2\sin\alpha - P_1 = 0$

По з. Гука $F_2 = k\Delta l_2$; $F_1 = k\Delta l_1$, получим $\begin{cases} F_1 = F_2\cos\alpha \\ F_2\sin\alpha = P_1 = mg \end{cases}$

$\begin{cases} k\Delta l_1 = k\Delta l_2\cos\alpha \\ k\Delta l_2\sin\alpha = mg \end{cases}$

$\begin{cases} \Delta l_1 = \Delta l_2\cos\alpha \\ k\Delta l_2\sin\alpha = mg \end{cases}$ (1)

3) Заметим, что $2L = (L+\Delta l_2)\cancel{\sin}\cdot\cos\alpha + (L+\Delta l_1) + (L+\Delta l_2)\cdot\cos\alpha$.

$2L = 2L\cos\alpha + 2\Delta l_2\cos\alpha + L + \Delta l_1$

Также заметим, что $h = (L+\Delta l_2)\cdot\sin\alpha$.

$L - 2L\cos\alpha = 2\Delta l_2\cos\alpha + \Delta l_1$

$L(1-2\cos\alpha) = 2\Delta l_2\cos\alpha + \Delta l_1$

$\Delta l_1 = 2\Delta l_2\cos\alpha - L(1-2\cos\alpha)$, подставим Δl_1 в систему (1): →

$\rightarrow \begin{cases} \Delta l_2\cos\alpha = 2\Delta l_2\cos\alpha - L(1-2\cos\alpha) \\ k = \dfrac{mg}{\Delta l_2\sin\alpha} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta l_2 = \dfrac{L(1-2\cos\alpha)}{\cos\alpha} \\ k = \dfrac{mg\cdot\cos\alpha}{L(1-2\cos\alpha)\cdot\sin\alpha} \end{cases}$

$k = \dfrac{mg\cdot ctg\alpha}{L(1-2\cos\alpha)}$

$h = \left(L\left(1+\dfrac{1-2\cos\alpha}{\cos\alpha}\right)\right)\cdot\sin\alpha \rightarrow h = L\sin\alpha\cdot\dfrac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha} \rightarrow h = L\,tg\alpha\cdot(1-\cos\alpha)$

Ответ: $k = \dfrac{mg\cdot ctg\alpha}{L(1-2\cos\alpha)}$; $h = L\,tg\alpha\cdot(1-\cos\alpha)$