



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр А-36/1-10-54

Дано:

$$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$m = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$r = 5,46 \text{ млн км}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

F - ?

CU

Решение: N1

$$F = \frac{G M m}{r^2}$$

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(5,46 \cdot 10^{10} \text{ м})^2} =$$

$$= 8,59 \cdot 10^{16} \text{ Н}$$

Ответ: $F = 8,59 \cdot 10^{16} \text{ Н}$

Дано:

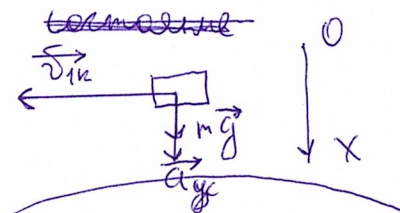
$$R = 3430 \text{ км}$$

$$g = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$v_{1к} - ?$

CU

Решение: N2



$$Ox: mg = ma_{yc}$$

$$a_{yc} = g$$

$$\frac{v_{1к}^2}{R} = g$$

$$v_{1к} = \sqrt{Rg}$$

$$v_{1к} = \sqrt{3430000 \text{ м} \cdot 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 3562 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_{1к} = 3562 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Дано:

$$V = 100 \text{ л}$$

$$0,1 \text{ м}^3 = V_2$$

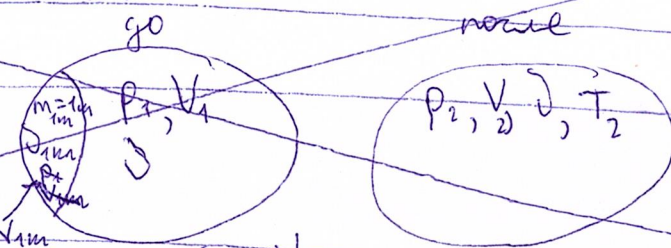
$$P = 10^7 \text{ Па} = P_1$$

$$T_1 = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$$

$$T_2 = 17^\circ \text{C} = 290 \text{ К}$$

$$M = 0,004 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Решение: N3



Адиабатический процесс

$$A' + \Delta U = 0$$



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-36/1-10-54

№3

Дано:

$$V = V_2 = 100 \text{ л} = 0,1 \text{ м}^3$$

$$p = p_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$T_1 = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$$

$$T_2 = 17^\circ \text{C} = 290 \text{ К}$$

$$m_{\text{кисл}} = 4 \text{ кг} \Rightarrow M = 0,04 \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$m_{\text{ж}} = 1 \text{ м}$$

$$p_2 = ?$$

$$g^0$$

$m_{1\text{м}} = 1 \text{ м}$ $V_{1\text{м}}$ $\rho_{1\text{м}}$	V_1, ρ
--	-------------

$$\text{после}$$

p_2, V_2, ρ, T_2

$$\text{Име: } T_1, p_1, \rho, V$$

По уравнению из закона Менг.-Клем.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2}$$

$$V_1 = V - V_{1\text{ж}}$$

По закону Менг.-Клем:

$$p_1 V_{1\text{ж}} = \rho_{1\text{ж}} R T_1$$

$$V_{1\text{ж}} = \frac{\rho_{1\text{ж}} \cdot R \cdot T_1}{p_1}$$

$$m_{1\text{ж}} = \rho_{1\text{ж}} V_{1\text{ж}} \quad m_{1\text{ж}} = \rho_{1\text{ж}} \cdot M$$

$$\rho_{1\text{ж}} = \frac{m_{1\text{ж}}}{M}$$

$$V_{1\text{ж}} = \frac{m_{1\text{ж}} \cdot R \cdot T_1}{M \cdot p_1}$$

$$V_1 = V - \frac{m_{1\text{ж}} \cdot R \cdot T_1}{M \cdot p_1}$$

$$p_2 = \frac{p_1 \left(V - \frac{m_{1\text{ж}} \cdot R \cdot T_1}{M \cdot p_1} \right) \cdot T_2}{T_1 V_2}$$



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-36/1-10-84

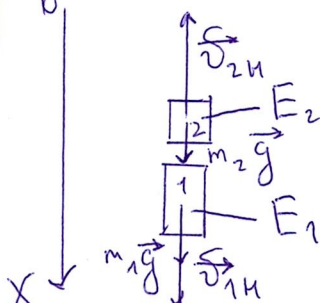
$$p_2 = \frac{10^7 \text{ Па} \cdot \left(0,1 \text{ м}^3 - \frac{1 \text{ кг} \cdot 2,37 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{0,004 \frac{\text{м}}{\text{моль}} \cdot 10^7 \text{ Па}} \right) \cdot 290 \text{ К}}{300 \text{ К} \cdot 0,1 \text{ м}^3} \approx 3642000 \text{ Па}$$

Ответ: $p_2 = 3642000 \text{ Па}$
~4

Дано:
 $v_0 = 0$
 $m_1 = 3 \text{ кг}$
 $m_2 = 2 \text{ кг}$
 $h = 3000 \text{ м}$
 $T = 2 \text{ с}$
 $E = 247 \text{ к Дж}$
 $g = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $v_1, v_2 = ?$

CU

Решение:



$$\text{ЗCU: } m_1 \vec{v}_{1H} + m_2 \vec{v}_{2H} = m_0 \vec{v}_0 \quad (v_0 = 0)$$

$$\text{OX: } m_1 v_{1H} - m_2 v_{2H} = 0$$

$$m_1 v_{1H} = m_2 v_{2H} \Rightarrow v_{1H} = \frac{m_2 v_{2H}}{m_1}$$

$$E = E_2 + E_1$$

$$E = E_{п2} + E_{к2} + E_{п1} + E_{к1}$$

$$E = m_2 gh + \frac{m_2 v_{2H}^2}{2} + m_1 gh + \frac{m_1 v_{1H}^2}{2}$$

$$2(E - gh(m_1 + m_2)) = m_2 v_{2H}^2 + m_1 v_{1H}^2$$

$$2(E - gh(m_1 + m_2)) = m_2 v_{2H}^2 + \frac{m_1 \cdot m_2^2 \cdot v_{2H}^2}{m_1^2}$$

$$2(E - gh(m_1 + m_2)) = v_{2H}^2 \left(m_2 + \frac{m_2^2}{m_1} \right)$$

$$v_{2H} = \sqrt{\frac{2(E - gh(m_1 + m_2))}{m_2 + \frac{m_2^2}{m_1}}}$$

$$\text{OX: } v_2 = v_{2H} - gT$$



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-36/1-10-54

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(E - gh(m_1 + m_2))}{m_2 + \frac{m_2^2}{m_1}}} - gT$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(247000 \text{ Дж} - 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3000 \text{ м} (3 \text{ м} + 2 \text{ м}))}{2 \text{ м} + \frac{2^2 \text{ м}}{3 \text{ м}}}} - 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с} =$$

$$= 331,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{1\text{н}} = \frac{m_2 v_{2\text{н}}}{m_1} = \frac{m_2 \sqrt{\frac{2(E - gh(m_1 + m_2))}{m_2 + \frac{m_2^2}{m_1}}}}{m_1}$$

$$\text{ОХ: } v_{1\text{в}} = v_{1\text{н}} + gT$$

$$v_1 = \frac{m_2 \sqrt{\frac{2(E - gh(m_1 + m_2))}{m_2 + \frac{m_2^2}{m_1}}}}{m_1} + gT$$

$$v_1 = \frac{2 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{2(247000 \text{ Дж} - 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3000 \text{ м} (3 \text{ м} + 2 \text{ м}))}{2 \text{ м} + \frac{2^2 \text{ м}}{3 \text{ м}}}}}{3 \text{ м}} + 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с} =$$

$$= 233,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_1 = 233,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} ; v_2 = 331,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

✓5

Решение:

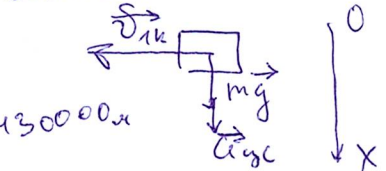
Дано:

$v_0 = 0$
 $m = 500 \text{ м}$

$R = 3430 \text{ км} = 3430000 \text{ м}$

$g = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

A-?



$$\text{ОХ: } mg = ma_{\text{ис}} \\ a_{\text{ис}} = g$$

4



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-36/1-10-54

$$\frac{v_{1k}^2}{R} = g$$

$$v_{1k} = \sqrt{Rg}$$

$$A = \Delta E = E - E_0 = E_k + E_{\pi} - E_0$$

$$\left. \begin{array}{l} E_0 = 0, \text{ т.к. тело на н-ом уровне и } v_0 = 0 \\ E_{\pi} = 0, \text{ т.к. орбита у пов-сти Земли Марса} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = E_k = \frac{m v_{1k}^2}{2}$$

$$A = \frac{m R g}{2}$$

$$A = \frac{500 \text{ кг} \cdot 3430000 \text{ м} \cdot 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 317275000 \text{ Дж} = 3172,75 \text{ МДж}$$

$$\text{Ответ: } A = 3172,75 \text{ МДж}$$