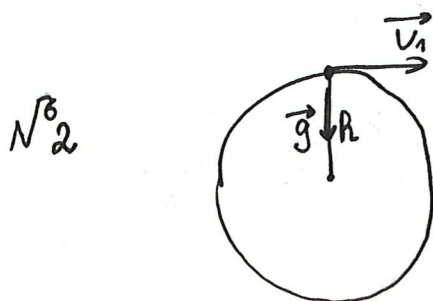


Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр **A-61/2-10-04**

№1. как известно, $F_n = G \frac{Mm}{r^2} \Rightarrow F_n = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 6,4 \cdot 10^{23}}{(54,6 \cdot 10^9 \text{ м})^2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow F_n \approx 85,92 \cdot 10^{15} \text{ Н}$
 Ответ: $F_n = 85,92 \cdot 10^{15} \text{ Н}$.



Первая космическая скорость v_1 для Марса будет являться скоростью, с которой тело будет двигаться вокруг центра планеты по окружности радиуса R .

Тогда $g = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow v_1 = \sqrt{Rg} \Rightarrow v_1 = \sqrt{3430 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot 3,70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_1 \approx 3562 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $v_1 \approx 3562 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

№3

Пусть p_1, m_1 — масса гелия и давление и масса гелия до выхода, p_2, T_2 — конечное давление и температура гелия после выхода.

Тогда мол. масса гелия $M = 4 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ кг}$ и

$$\begin{cases} p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1 & (1) \\ p_2 V = \frac{m_1 - m}{M} R T_2 & (2) \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} U_3 \\ m_1 = \frac{p_1 V M}{R T_1} \end{array} \right. \text{ подставим в (2)}$$

$$p_2 V = \frac{m_1}{M} R T_2 - \frac{m}{M} R T_2 \Rightarrow p_2 V = \frac{p_1 V M}{R T_1} R T_2 - \frac{m}{M} R T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 V = p_1 V \frac{T_2}{T_1} - \frac{m}{M} R T_2 \Rightarrow p_2 = T_2 \left(p_1 \frac{T_2}{T_1} - \frac{m}{V \cdot M \cdot 10^{-3}} R T_2 \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 = T_2 \left(\frac{p_1}{T_1} - \frac{m}{V \cdot M \cdot 10^{-3}} R \right) \Rightarrow p_2 = \left(\frac{10^7 \text{ Па}}{(273+27) \text{ К}} - \frac{1 \text{ кг}}{0,1 \text{ м}^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10^{-3}} \cdot 8,314 \right) \cdot 290 \text{ К} \Rightarrow$$

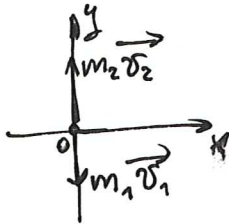
$$\Rightarrow p_2 \approx 3,639017 \text{ Па} \approx 3,639 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Ответ: $p_2 = 3,639 \cdot 10^6 \text{ Па}$

Стр 1

№4. Пусть $E_{по}, E_{ко} = \text{пот. и кин. эн. изначального зонда непосредственно перед разделением}$. Тогда $E = E_{по} + E_{ко} \Rightarrow E = mgh + \frac{(m_1 + m_2)v_0^2}{2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{(E - mgh) \cdot 2}{m_1 + m_2}}$, где $m = m_1 + m_2$, v_0 — скорость зонда в

момент разделения в отк. Марса. $\dagger$
 Считается, что под E подразумевалось $E_{п1} + E_{п2} + E_{к1} + E_{к2}$, а изн. зонд не двигался.
 Введем сист. координат связанную с зондом и рассмотрим систему в момент разделения.



До разделения сумм. импульс зонда $p_0 = 0$.

По 3.С.У. $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow m_1 v_1 = m_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (1)$$

Пусть v_1, v_2 — скорости тел сразу после разделения

$$E = E_{п1} + E_{п2} + E_{к1} + E_{к2} \Rightarrow E = mgh + \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}, \text{ и}$$

$$\Rightarrow \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = E - (m_1 + m_2)gh; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = 2(E - (m_1 + m_2)gh) \quad (2)$$

Из (1) $v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}$. Подставим в (2)

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

$$\Rightarrow v_1^2 \left(m_1 + \frac{m_1^2}{m_2} \right) = 2(E - (m_1 + m_2)gh) \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2(E - (m_1 + m_2)gh)}{m_1 + \frac{m_1^2}{m_2}}} \Rightarrow v_1 \approx 226 \frac{м}{с}; \text{ тогда}$$

$$v_2 = 339 \frac{м}{с}.$$

То через 2 секунды $v_{2\tau} = v_2 + g\tau \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_2 \tau = 339 \frac{м}{с} + 3,70 \frac{м}{с^2} \cdot 2с \Rightarrow v_2 \tau = 346,4 \frac{м}{с};$$

$$v_1 \tau = 226 \frac{м}{с} - g\tau \Rightarrow v_1 \tau = 218,6 \frac{м}{с}$$

Ответ: $v_2 = 346,4 \frac{м}{с}; v_1 = 218,6 \frac{м}{с}$.

№5. $\Delta E_k + \Delta E_n = A$. ΔE_n можно пренебречь (т.к. орбита круглая). По
 $\Delta E_k = A \Rightarrow E_k = A \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = A$, где v_1 — 1-я космическая для Марса.
 Из задачи №2 $v_1 = 3562 \frac{м}{с} \Rightarrow A \approx 3,7 \cdot 10^7 Дж$ или $3,172 МДж$.
 Ответ: $A = 3,172 МДж$