



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-59-09-51

Задача.1

$$\begin{aligned} M &= 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \\ m &= 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг} \\ G &= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \\ r &= 54,6 \text{ ММм. км} = \\ &= 546 \cdot 10^3 \text{ м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= G \frac{m \cdot M}{R^2} = \frac{G \cdot m \cdot M}{R^2} = \\ &= \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(546 \cdot 10^3 \text{ м})^2} = 9 \cdot 10^{16} \text{ Н} \end{aligned}$$

Ответ: $F = 9 \cdot 10^{16} \text{ Н}$

F-?

Задача.2

$$\begin{aligned} R &= 3430 \text{ км} = \\ &= 3430000 \text{ м} \\ g &= 3,70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{3,70 \cdot 3430000 \text{ м}} = 3562,443 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v = 3562,443 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

v-?

Задача.3

$$\begin{aligned} R &= 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \\ V_1 &= 100 \text{ л} = 0,1 \text{ м}^3 \\ P_1 &= 10^7 \text{ Па} \\ T_1 &= 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ T_2 &= 17^\circ \text{C} = 290 \text{ К} \\ \mu &= 4 \text{ кг} \end{aligned}$$

P_2 -?

из Закона Менделеева-Клапейрона

$$P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T_1$$

$$P_2 V_2 = \left(\frac{m}{\mu} - 1 \right) R T_2$$

$$P_2 V_2 = \frac{P_1 V_1}{R T_1} - R T_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1 - R^2 T_1 T_2}{R T_1 V_2} = \frac{10^7 \cdot 0,1 - 8,31 \cdot 300 \text{ К} \cdot 290 \text{ К}}{8,31 \cdot 300 \text{ К}}$$

из Закона Менделеева-Клапейрона

$$P V = \frac{m}{\mu} R T_1$$

$$m = \frac{P V \mu}{R T_1} = \frac{10^7 \text{ Па} \cdot 0,1 \text{ м}^3 \cdot 0,004 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} = 1,6 \text{ кг}$$

$$p_2 V = \frac{m - \Delta m}{\mu} \cdot R \cdot T_2$$

$$p_2 = \frac{(m - \Delta m) R T_2}{\mu V_2} = \frac{(1,6 - 1) \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 290 \text{ К}}{0,004 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 0,1 \text{ м}^3} = 2,6 \text{ МПа}$$

Ответ: $p_2 = 2,6 \text{ МПа}$

Задача 4

$$h = 3000 \text{ м}$$

$$m_1 = 3 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$E = 247 \text{ кДж}$$

$$= 247 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$g = 9,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

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

Для работы закона необходимо чтобы скорость до взрыва была равна нулю

По закону сохранения импульса

$$(m_1 + m_2) \cdot 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$y: 0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2 \Rightarrow m_1 v_1 = m_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1$$

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

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

$$E - (m_1 + m_2)gh = \frac{m_1 v_1^2}{2} \cdot \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(E - (m_1 + m_2)gh)}{m_1 \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right)}}$$

$$v_1 = 225,97 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 226 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1 = 339 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_1 \approx 226 \frac{\text{м}}{\text{с}}, v_2 = 339 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



Задача 5

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$R = 34300 \text{ м}$$

$$= 3430000 \text{ м}$$

$$g = 9,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$A = ?$$

$$R = h$$

$$A = E_p$$

$$A = mgh = 500 \text{ кг} \cdot 3430000 \text{ м} \cdot 9,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 6345,5 \text{ МДж}$$

Ответ: $A = 6345,5 \text{ МДж}$