



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-59-09-48

задача 1

рассчитаем силу притяжения между Землей и Марсом

по формуле $F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$

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

$$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$m = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$R = r = 54,6 \cdot 10^6 \text{ м}$$

~~$R = r = 54,6 \cdot 10^6 \text{ м}$~~

$F = ?$

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = \cancel{6,67 \cdot 10^{-11}} \cdot \cancel{6 \cdot 10^{24}} \cdot \cancel{6,4 \cdot 10^{23}}$$

$$= \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(54,6 \cdot 10^6 \text{ м})^2}$$

$$= 8,59 \cdot 10^{16} \text{ Н}$$

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

задача ~ 2

вычислим первую космическую скорость для Марса по формуле

$$v = \sqrt{gR}$$

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

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

~~$v = ?$~~

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3430000 \text{ м}} = 3562,44 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ответ: $v = 3562,44 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

задача ~ 5

найдем какую работу нужно совершить чтобы вывести спутник на круговую орбиту Марса

$$m = 500 \text{ кг}$$

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

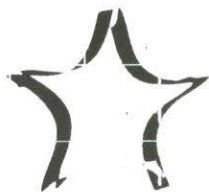
$$R = h = 3430000 \text{ м} = 3430 \text{ км}$$

$A = ?$

$$A = E_p \text{ ~~нужно~~ } E_p = mgh \Rightarrow A = mgh$$

$$A = 500 \text{ кг} \cdot 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3430000 \text{ м} = 6345500000 \text{ Дж}$$

ответ: $A = 6345500000 \text{ Дж}$



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-59-09-48

задача 4

найти скорости для объектов 1 и 2

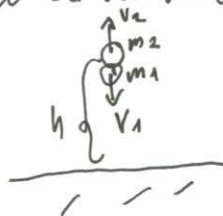
$$m_1 = 3 \text{ кг} \quad h = 300 \text{ м}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг} \quad T = 20$$

$$g = 317 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$E = 247 \text{ кДж} = 247000$$

$$v_1 = ? \quad v_2 = ?$$



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

для исследования системы должны быть неподвижны $\Rightarrow$ скорость системы $q + v_{\text{центр}} = 0$

$$\text{з.и.} (m_1 + m_2) \cdot \vec{0} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

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

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

$$v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1 \Rightarrow E - (m_1 + m_2)gh = \frac{m_1 v_1^2}{2} \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right) \Rightarrow$$

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

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

$$\Rightarrow v_1 = 226 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ответ: $v_1 = 226 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v_2 = 339 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

задача 3

$$P = 10^7 \text{ Па}$$

$$\Delta m = 1 \text{ кг}$$

$$V = 1002 = 0,1 \text{ м}^3$$

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

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

$$M = 4 \text{ кг} = 0,004 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$B = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$P_2 = ?$$

по 3-ему закону Менделеева - Клапейрона

$$PV = \frac{m}{M} BT_1 \Rightarrow P = \frac{PV \cdot M}{BT_1} =$$

$$= \frac{10^7 \text{ Па} \cdot 0,1 \text{ м}^3 \cdot 0,004 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 300^\circ \text{K}} = 1,6 \text{ кг}$$

по 3-ему закону Менделеева - Клапейрона

$$P_2 V = \frac{m - \Delta m}{M} \cdot B \cdot T_2 \Rightarrow P_2 = \frac{m - \Delta m}{M} \cdot \frac{B \cdot T_2}{V} =$$

$$= \frac{1,6 \text{ кг} - 1 \text{ кг}}{0,004 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \cdot \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 290^\circ \text{K}}{0,1 \text{ м}^3} =$$

$$= 0,1 \text{ м}^3$$

ответ: $P_2 = 3,6 \text{ МПа}$