



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-36/1-10-56

№1

Дано:

$$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$m = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$r = 54,6 \text{ км}$$

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

$F = ?$

СИ

$$54,6 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Решение:

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

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 6,4 \cdot 10^{23}}{(54,6 \cdot 10^3)^2}$$

$$\approx 8,6 \cdot 10^{16} \text{ Н}$$

Ответ: $8,6 \cdot 10^{16}$

№2

Дано:

$$R = 3430 \text{ км}$$

$$g = 3,7 \text{ м/с}^2$$

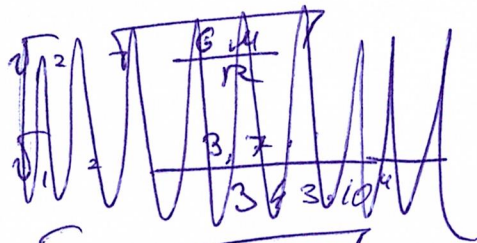
максимальная

$\sigma_1 = ?$

СИ

$$343 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Решение:



$$\sigma_1 = \sqrt{g R}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{3,7 \cdot 3430 \cdot 10^3} \approx 3562,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ: $3562,4 \text{ м/с}^2$

№5

Дано

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$R = 3430 \text{ км}$$

$$g = 3,7 \text{ м/с}^2$$

$A = ?$

СИ

$$343 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Решение:

$$A = \frac{m \sigma^2}{2} + m g h$$

$$m g = \frac{m \sigma^2}{R} \quad \text{множим на } R \text{ и получаем}$$

$$\sigma = \sqrt{g R}$$

$$A = \frac{m g R}{2} + m g h = \frac{m g (R + 2h)}{2}$$

$2h$ - меньше $R \Rightarrow$ можно пренебречь

①



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр А-36/1-10-56

№ 5 (продолжение)

$$A = \frac{mgR}{2} = \frac{500 \cdot 9,8 \cdot 343 \cdot 10^3}{2} = 3,17275 \cdot 10^8 \text{ Дж}$$

Ответ: $3,17275 \cdot 10^8 \text{ Дж}$.

№ 3

Дано:

$$V = 100 \text{ м} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$P_1 = 10^7 \text{ Па}$$

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

$$\rho_M = 1 \text{ кг}$$

$$T_2 = 230 \text{ К}$$

$$\mu = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$P_2 = ?$$

Решение:

Из уравнения Менделеева - Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ Выразим } m$$

$$m = \frac{pVM}{RT}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{p_1 V M}{RT_1} - \frac{p_2 V M}{RT_2}$$

$$\frac{p_2 V M}{RT_2} = \frac{p_1 V M}{RT_1} - \rho_M \quad | : \frac{RT_2}{VM}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} - \frac{\rho_M R T_2}{VM}$$

$$P_2 = \frac{10^7 \cdot 230}{300} - \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 230}{0,1 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 3666666 - 6024750 = 3641916 \text{ Па} \sim$$

$$\approx 3,6 \text{ МПа}$$

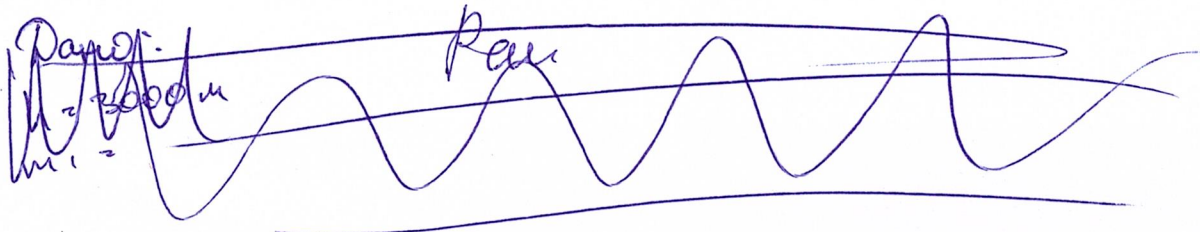
Ответ: $3,6 \text{ МПа}$

№ 4

Дано:

$$\mu = 3000 \text{ м}$$

Решение:





Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-36/1-10-56

✓4

Дано:

$$h = 3000 \text{ м}$$

$$m_1 = 3 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$\tau = 2 \text{ с}$$

$$E = 247 \text{ кДж} \quad 247 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$g = 3,7 \text{ м/с}^2$$

СЧ

Решение:

$$v_1 = u_1 + g\tau$$

$$v_2 = u_2 - g\tau$$

$$E = (m_1 + m_2)gh + \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$\text{ЗСЧ: } m_1 u_1 = m_2 u_2$$

~~$$u_1 = \frac{m_2}{m_1} u_2$$~~

$$u_1 = \frac{m_2}{m_1} u_2 = \frac{2}{3} u_2$$

$$E = (m_1 + m_2)gh + \frac{m_1 + \frac{4}{9}m_2}{2} u_2^2 + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$E - (m_1 + m_2)gh = \frac{2m_1 u_2^2}{9} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$\frac{18(E - (m_1 + m_2)gh)}{4m_1 + 9m_2} = u_2^2$$

$$\text{Отсюда } u_2 = \sqrt{\frac{18(E - (m_1 + m_2)gh)}{4m_1 + 9m_2}}$$

$$u_2 = \sqrt{\frac{18 \cdot (247 \cdot 10^3 - (3+2) \cdot 3,7 \cdot 3000)}{4 \cdot 3 + 9 \cdot 2}}$$

$$\approx 339 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Отсюда } v_1 = u_1 + g\tau = \frac{2}{3} \cdot 339 + 3,7 \cdot 2 = 233,4 \text{ м/с}^2$$

$$v_2 = u_2 - g\tau = 339 - 3,7 \cdot 2 = 331,6 \text{ м/с}^2$$

Ответ: $v_1 = 233,4 \text{ м/с}^2$; $v_2 = 331,6 \text{ м/с}^2$ (3)