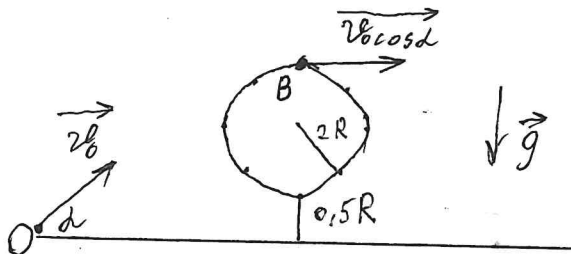


Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
70		Евдок Д.М.	

№1



Найти: d

~~Итак~~

Решение

Поскольку система является замкнутой, воспользуемся законом сохранения энергии ($E_{k1} + E_{п1} = E_{k2} + E_{п2}$).

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad E_{п1} = \quad E_{п2} = mgh$$

Рассмотрим два положения камня:

1	2	3	4	5
10	20	20	-	20
				70

1) Начальное положение (обозначим буквой "0")

2) Положение, в котором камень касается шара (обозначим буквой "B")

Рассмотрим положение 1): $E_k = \frac{mv_0^2}{2}$

$$E_{п1} = mgh = 0 \quad (\text{т.к. } h=0)$$

Рассмотрим положение 2): $E_k = \frac{m(v_0 \cos d)^2}{2}$ (т.к. камень в точке "B" ориентирован по касательной к поверхности)

$$E_{п2} = mgh = mg(2 \cdot 2R + 0,5R) = mg4,5R = 4,5mgR$$

Итого по 3) $\frac{mv_0^2}{2} + 0 = \frac{m v_0^2 \cos^2 d}{2} + 4,5mgR \quad | \cdot 2$

$$mv_0^2 = m v_0^2 \cos^2 d + 9mgR$$

$$mv_0^2 - 9mgR = mv_0^2 \cos^2 \alpha \quad | : m$$

$$v_0^2 - 9gR = v_0^2 \cos^2 \alpha \quad | : v_0^2$$

$$\frac{v_0^2 - 9gR}{v_0^2} = \cos^2 \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{v_0^2} - \frac{9gR}{v_0^2} = \cos^2 \alpha$$

$$1 - \frac{9gR}{v_0^2} = \cos^2 \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9gR}{v_0^2}}$$

$$\alpha = \arccos\left(\sqrt{1 - \frac{9gR}{v_0^2}}\right)$$

Ответ: $\alpha = \arccos\left(\sqrt{1 - \frac{9gR}{v_0^2}}\right)$

N2

Дано

$$t_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 27,5^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t_3 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{ог}} = 195^\circ\text{C}$$

$$\tau_1 = 2 \text{ ч}$$

$$V_1 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$n = 199 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\lambda = 0,33 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$$

$\rho_0 = ?$

Решение $\tau_2 = 8,1 \cdot 10^4 \text{ с}$ $\tau_1 = 8,64 \cdot 10^4 \text{ с}$ $n = 199 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$$\lambda = 0,33 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = cm\Delta t + \lambda m + nm \quad \rho = \frac{m}{V} \quad m = \rho V \quad (V_1 = V_{\text{ог}})$$

лед: $Q_1 = \lambda m_2$ (по условию)

жидкий азот: $Q_{\text{ог}} = n m_{\text{ог}}$ (по условию)

из условия задачи составим уравнения и введем коэффициент пропорциональности "а":

лед: $\frac{Q_1}{\tau_2} = a \cdot (t_3 - t_1)$

жидкий азот $\frac{Q_{\text{ог}}}{\tau_1} = a(t_3 - t_{\text{ог}})$

Следуя из того, что коэффициент пропорциональности одинаков, составим систему уравнений

$$\begin{cases} \frac{Q_1}{\tau_2} = a(t_b - t_1) \\ \frac{Q_{раз}}{\tau_1} = a(t_b - t_{аз}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{\lambda m_2}{\tau_2} = a(t_b - t_1) \\ \frac{\nu m_{аз}}{\tau_1} = a(t_b - t_{аз}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{\lambda m_2}{\tau_2 (t_b - t_1)} \\ \frac{\nu m_{аз}}{\tau_1} = a(t_b - t_{аз}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{\lambda m_2}{\tau_2 (t_b - t_1)} \\ \nu_{аз} = \frac{a \tau_1 (t_b - t_{аз})}{\nu V_{аз}} \end{cases}$$

$$a = \frac{0,33 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{8,1 \cdot 10^4 \cdot (20 - 0)} = \frac{0,33 \cdot 4 \cdot 10^3}{8,1 \cdot 20 \cdot 10^4} \approx 8 \cdot 10^{-4} \approx 8,14 \cdot 10^{-4}$$

$$\nu_{аз} = \frac{8,14 \cdot 10^{-4} \cdot 8,64 \cdot 10^4 \cdot (20 - (-195))}{199 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}} = \frac{8,14 \cdot 8,64 \cdot 215}{199} \approx 76 \frac{\text{кЛ}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $\nu_{аз} = 76 \frac{\text{кЛ}}{\text{м}^3}$

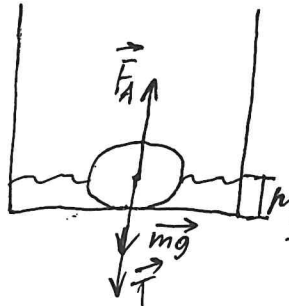


№3
 Дано:
 $r < R$
 $\rho_{\text{ж}} = 4\rho_{\text{м}}$

 $V_{\text{ж}} = ?$

Решение

Следует из условия задачи, получаем, что в сосуде уже была жидкость так, как шар был прижат к стенке и дну.



$$S = \pi R^2 \quad V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Из условия равновесия следует:

$$F_A = mg + T$$

$$F_A = \frac{1}{2} F_A + mg \quad (\text{из условия } T = \frac{1}{2} F_A)$$

$$\frac{1}{2} F_A = mg$$

$$\frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g V_{\text{п.ч.}} = \rho_{\text{м}} V_{\text{ш}} g$$

$$\frac{1}{2} \cdot 4 \rho_{\text{м}} g V_{\text{п.ч.}} = \rho_{\text{м}} V_{\text{ш}} g$$

$$2 \rho_{\text{м}} g V_{\text{п.ч.}} = \rho_{\text{м}} V_{\text{ш}} g \quad | : g$$

$$2 \rho_{\text{м}} V_{\text{п.ч.}} = \rho_{\text{м}} V_{\text{ш}} \quad | : \rho_{\text{м}}$$

$$2V_{\text{п.ч.}} = V_{\text{ш}}$$

$$V_{\text{п.ч.}} = \frac{V_{\text{ш}}}{2}$$

Из этого следует, что шар погружен на высоту $h = \frac{V_{\text{ш}}}{2}$ своего радиуса
 $h = r$

~~искомый $V_{\text{ж}} = V_{\text{ш.о.}} - V_{\text{п.ч.}}$~~

искомый $V_{\text{ж}} = V - V_{\text{п.ч.}}$ (V это объем воды вместе с погруженным шаром)

Место для скобы

Шифр

$$V = S \cdot n = \pi R^2 \cdot n$$

$$V_{п.ч.} = \frac{V_{ш}}{2} = \frac{\frac{4}{3} \pi n^3}{2} = \frac{2}{3} \pi n^3$$

$$V_{не} = \pi R^2 \cdot n - \frac{2}{3} \pi n^3$$

6

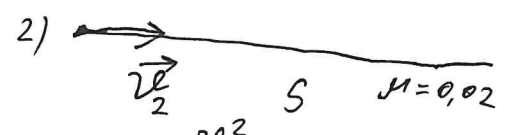
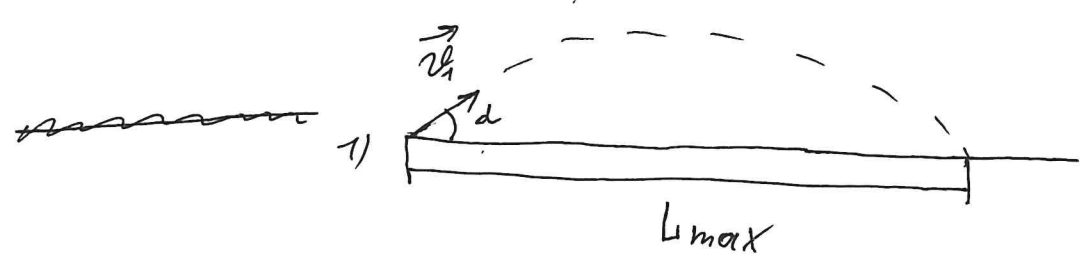
$$Q_{убем}: V_{ш} = \pi R^2 \cdot n - \frac{2}{3} \pi n^3$$

№5

Дано
 $\alpha = 40^\circ$
 $L_{max} = 9$
 $\mu = 0,02$

$v_1 \vee v_2$
 $\frac{v_1}{v_2} = ?$

Решение



$$1) L_{max} = \frac{2v_1^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = 9$$

$$S = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$$

2) $F_{тр} = ma$ (по II закону Ньютона) (в конце или торможении)
 $-\mu mg = ma$ $1: m$

$$a = -\mu g$$

$$S = \frac{v_1^2 - v_2^2}{-2\mu g} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2\mu g} \quad 6$$

составим уравнение

$$\frac{2v_1^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2\mu g} \quad | \cdot g$$

$$2v_1^2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2\mu}$$



$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{1}{\mu \sin d \cos d}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{1}{\mu \sin d \cos d}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot 0,02 \cdot \sin 40^\circ \cdot \cos 40^\circ}} = 5$$

Следует из того, что показатели больше единицы,
следует $v_1 > v_2$

Ответ: $v_1 > v_2$; $\frac{v_1}{v_2} = 5$