

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
66		Енгол О.И.	D

N 2

Дано:

$$\begin{cases} t_u = 0^\circ \\ t_2 = 22,5^\circ = 810000 \\ m_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \\ \lambda = 0,33 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} = 33 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \\ t_b = 20^\circ \text{ К} \\ t_a = -195^\circ \\ t_1 = 24^\circ = 864000 \\ V_1 = 10^{-3} \text{ м}^3 \\ L = 199 \text{ кДж/кг} = 199 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \end{cases}$$

решение!

Решение:

Пусть k - коэффициент пропорциональности, тогда:

$$Q = k \cdot (t_b - t_u) \cdot t \quad 4$$

Составим уравнение теплового баланса для льда:

$$Q_{\text{пл.}} = Q_1$$

$$\lambda m_2 = k \cdot (t_b - t_u) \cdot t_2 \Rightarrow k = \frac{\lambda m_2}{(t_b - t_u) \cdot t_2}$$

Составим уравнение теплового баланса для ~~испарения~~ конденсации ~~жидкости~~ объема $V_1 = 10^{-3} \text{ м}^3$:

$$Q_{\text{кон.}} = Q_2 \quad 4$$

$$L m_1 = k \cdot (t_b - t_a) \cdot t_1 \quad (m = \rho V)$$

$$L \rho_a V_1 = \frac{\lambda m_2}{(t_b - t_u) \cdot t_2} \cdot (t_b - t_a) \cdot t_1$$

$$\rho_a = \frac{\lambda m_2 (t_b - t_a) \cdot t_1}{(t_b - t_u) \cdot t_2 \cdot L \cdot V_1} \quad 8$$

$$\rho_a = \frac{33 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot (20 - (-195)) \cdot 86400}{(20 - 0) \cdot 810000 \cdot 199 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}} \approx 76,06 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $76,06 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

1	2	3	4	5
10	20	10	10	10

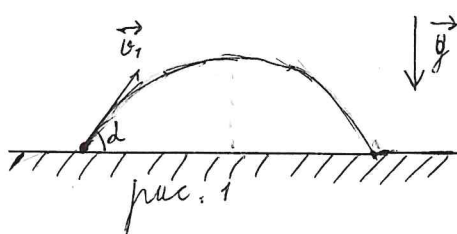
66

N 5 (часть 1)

Дано:

$$\begin{cases} \alpha = 40^\circ \\ v_1 \\ S_1 = S_2 \\ \mu = 0,02 \\ v_2 \\ v_1 - ? \\ v_2 - ? \end{cases}$$

Решение:



Рассмотрим рис. 1:

$$S = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad 8$$

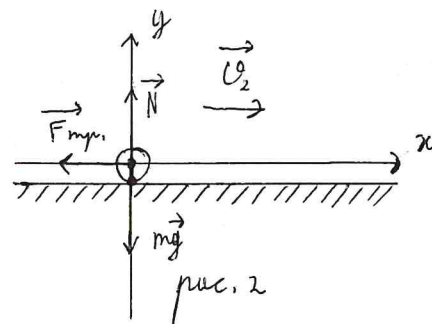
$$S_1 = \frac{v_1^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_1^2 \cdot \sin 80^\circ}{10}$$

Рассмотрим рис. 2:

По II закону Ньютона:

$$\begin{cases} O_x: -F_{\text{тр}} = ma \\ O_y: N = mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -\mu N = ma \\ N = mg \end{cases} \Rightarrow -\mu mg = ma \Rightarrow a = -\mu g \Rightarrow a = -0,02 \cdot 10 \Rightarrow a = -0,2 \text{ м/с}^2$$

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



Лесто для скобы

N5 (часть 2)

$$S_2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

$$S_2 = \frac{0 - v_2^2}{2 \cdot (-0,2)} = \frac{v_2^2}{0,4}$$

$$S_1 = S_2$$

$$\frac{v_1^2 \cdot \sin 80^\circ}{10} = \frac{v_2^2}{0,4} \cdot 6$$

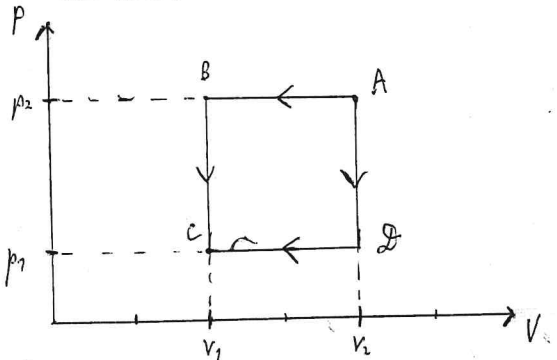
$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{25}{\sin 80^\circ}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{5}{\sqrt{\sin 80^\circ}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{5 \cdot \sqrt{\sin 80^\circ}}{\sin 80^\circ} \Rightarrow v_1 > v_2$$

Ответ: Большая скорость была сообщена телу в первом случае ~~в~~ ⁵ и она ~~в~~ ^{5 \cdot \sqrt{\sin 80^\circ} / \sin 80^\circ} ~~от~~ ^{от} больше, чем во втором случае.

N4
 Дано:
 $m = \text{const}$
 $Q_1 = Q_{ABC}$
 $p_1, p_2; V_1, V_2$
 $Q_2 = ?$

Решение:



$$Q = \Delta U + A$$

1) AB: $m = \text{const}, p_A = p_B = p_2 = \text{const}, V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$, изобарное расширение:

$$A_{AB} = (V_2 - V_1) \cdot p_2$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \ominus [\text{по закону Менделеева-Клапейрона: } pV = \nu RT] \ominus \frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1)$$

$$Q_{AB} = (V_2 - V_1) p_2 + \frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1) = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1)$$

2) BC: $m = \text{const}, V_B = V_C = V_1 = \text{const}, p \downarrow \Rightarrow T \downarrow$, изохорное охлаждение:

$$A_{BC} = 0$$

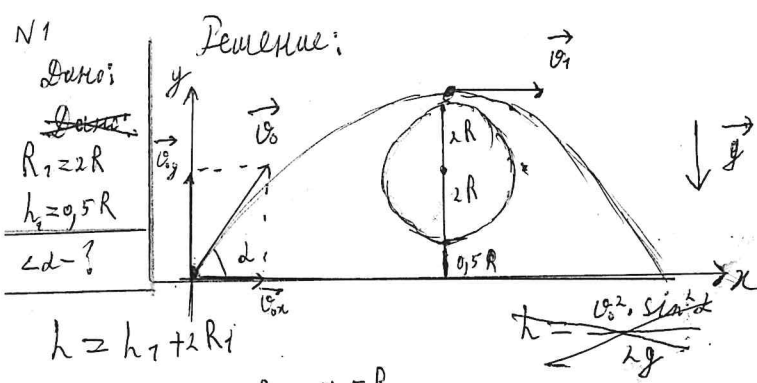
$$\Delta U_{BC} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) \ominus [\text{по [1]}] \ominus \frac{3}{2} V_1 (p_1 - p_2)$$

$$Q_{BC} = 0 + \frac{3}{2} V_1 (p_1 - p_2) = \frac{3}{2} V_1 (p_1 - p_2)$$

$$Q_2 = Q_{AB} + Q_{BC}$$

$$Q_2 = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} V_1 (p_1 - p_2) = \frac{5}{2} p_2 V_2 - \frac{5}{2} p_2 V_1 + \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{3}{2} V_1 p_2 = V_1 p_2 + \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{5}{2} p_2 V_2$$

Ответ: $V_1 p_2 + \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{5}{2} p_2 V_2$.



$h = h_1 + 2R$

$h = 0,5R + 2 \cdot 2R = 4,5R$

$h = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$

По закону сохранения энергии:

$E_{k0} + E_{k0} = E_{k1} + E_{k1}$

$0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$

$4v_0^2 = v_1^2 + 2gh \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{2gh}{v_0^2 - v_1^2}$ (2)

Подставим (2) → (1):

$\sin \alpha = \sqrt{\frac{v_0^2 - v_1^2}{v_0^2}} \quad (v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha)$

$\sin \alpha = \sqrt{\frac{v_0^2 - v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{v_0^2}} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$

Ответ: $\angle \alpha = \arcsin \sqrt{\frac{2gh}{v_0^2}}$

13

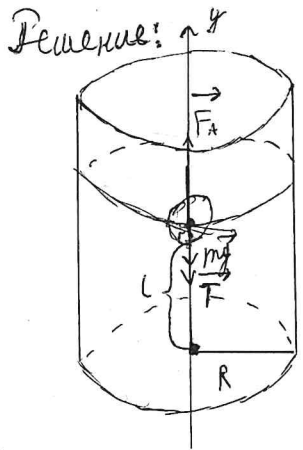
Дано:

$r; r (r < R)$

$\rho_m = 4\rho_w$

$F_A = 2T$

$V_m = ?$



По II закону Ньютона на ось Oy:

$F_A = T + mg \Rightarrow mg = F_A - T$, так как $F_A = 2T$, то:

$mg = 2T - T \Rightarrow T = mg \Rightarrow F_A = 2mg$

$F_A = 2mg$

$\rho_m g \cdot V_m = 2\rho_w \cdot V_m \cdot g$

$V_m = 2 \cdot 0,5 V_m \Rightarrow$ для выполнения данного условия шар должен быть полностью погружен в жидкость.

Полным образом:

$V_m = (l+r) \cdot \pi r^2$, где l — длина нити

Ответ: $V_m = (l+r) \pi r^2$