

54-я Выездная физико-математическая олимпиада

Решения по физике:

8 класс

№1

Решение: Рассмотрим силы, действующие на шарик в разных сосудах:

$$\begin{cases} F_1 = mg \\ F_2 = mg - \rho_B gV \\ F_3 = mg - \rho_{иск} gV \end{cases}$$

Найдем соотношение плотностей: $\frac{F_2 - F_1}{F_3 - F_1} = \frac{\rho_B}{\rho_{иск}}$

$$\rho_{иск} = \rho_B \frac{F_3 - F_1}{F_2 - F_1}$$

$$\rho_{иск} = 1000 \frac{1,04 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2}}{0,8 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2}} = 791,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

№2

Задача: До какой температуры надо нагреть алюминиевый куб, чтобы он, будучи положен на лед, полностью в него погрузился? Температура льда 0°C , удельная теплоемкость алюминия $c = 836 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot\text{К})}$, плотность льда $\rho_1 = 9,2 \cdot 10^2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность алюминия $\rho_2 = 2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. Теплопотери пренебречь.

Решение: Если количество теплоты, которое выделит алюминиевый куб при охлаждении до 0°C будет равно количеству теплоты, которое необходимо для того чтобы расплавить лед в объеме алюминиевого куба, то он полностью погрузится в лед. Следовательно, $\rho_2 V c (t_1 - t_0) = \rho_1 V \lambda$, где t_1 – температура, до которой нужно нагреть куб; t_0 – температура плавления льда; V – объем куба.

$$\text{Отсюда } t_1 = \frac{\rho_1 \lambda}{\rho_2 c} + t_0. \quad t_1 = \frac{9,2 \cdot 10^2 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{2,7 \cdot 10^3 \cdot 836} = 134^\circ\text{C}$$

№3

Решение: Обозначим весь путь S , все затраченное на дорогу время t , среднюю скорость на всем пути v . Так как скорость на третьей части равна средней скорости на всем пути, то средняя скорость на первых двух участках равна средней скорости на всем пути.

7.1

$$v = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2}$$

$$S_1 = \frac{S}{3} = v \frac{t}{3}; S_2 = 4 \frac{t}{3}; t_1 = \frac{S}{3 \cdot 9} = \frac{vt}{27}; t_2 = \frac{t}{3}$$

$$v = \frac{v \frac{t}{3} + 4 \frac{t}{3}}{\frac{vt}{27} + \frac{t}{3}} = \frac{\frac{t}{3}(v+4)}{\frac{t}{27}(v+9)} = 9 \frac{(v+4)}{(v+9)}; 9v + 36 = v^2 + 9v; v^2 = 36; v = 6$$

$$v_3 = v = 6 \text{ км/ч}$$

№4

Решение: Обозначим массу всей воды за m , а массу образовавшегося льда за m_1 .
Рассмотрим уравнение теплового баланса: $\lambda m_1 = c(m - m_1)(t_1 - t_0)$

Найдем отношение масс: $\frac{m_1}{m} = \frac{c(t_1 - t_0)}{\lambda + c(t_1 - t_0)}$

$$\frac{m_1}{m} = \frac{4200 \cdot 10}{335 \cdot 10^3 + 4200 \cdot 10} = 0,11 = 11\%$$

№5

Решение: Запишем второй закон Ньютона до того как пароход выгрузил груз и после.

$$\begin{cases} (M + m)g = \rho S h g \\ Mg = \rho S (h - h_1) g \end{cases}$$

$$mg = \rho S h g - \rho S (h - h_1) g \Rightarrow mg = \rho S h_1 g$$

$$m = 1000 \cdot 5400 \cdot 0,6 = 3240000 \text{ кг} = 3240 \text{ т.}$$

№6

Решение: Запишем условие равновесия относительно центра.

$$mg(R - r) = MgR \Rightarrow m = \frac{Mr}{R - r}$$