

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27771 для 7-го класса

1. Масса кучевого облака достигает миллиона тонн. Объясните, почему такое тяжелое облако не падает на Землю.

Решение: Облака падают медленно за счет силы сопротивления воздуха, уравновешивающей силу тяжести. При этом за счет броуновского движения в восходящем потоке воздуха частицы могут изменить направление движения и подниматься.

2. В октябре в городе Таруса проходила научная конференция «Проблемы термоядерной энергетики и плазменные технологии». В последний день работы конференции студенты и сотрудники НИУ «МЭИ» отправились на теплоходную экскурсию по реке Ока в усадьбу Поленово, расположенную ниже по течению. В то же самое время от пристани Поленово в Тарусу вышел другой теплоход без пассажиров. Через некоторое время оба теплохода попали в густой туман, и капитаны теплоходов из-за плохой видимости приняли решение снизить скорость в два раза. Во сколько раз время опоздания теплохода, прибывшего в Тарусу, будет отличаться от времени опоздания теплохода, прибывшего в Поленово? Скорости теплоходов в хорошую погоду относительно воды одинаковы и в 4 раза больше скорости течения реки.

Решение: Пусть U – скорость течения реки, V – скорость теплохода в стоячей воде, l – длина участка пути, где был туман, t_1 и t_2 – время движения теплоходов в тумане, T_1 и T_2 – время прохождения того же расстояния в хорошую погоду. Очевидно, что опоздание каждого теплохода определяется разностью времени движения в тумане и в хорошую погоду:

$$\Delta t_1 = t_1 - T_1 = \frac{l}{\frac{V}{2} + U} - \frac{l}{V + U} = \frac{l \frac{V}{2}}{(V + U)(\frac{V}{2} + U)}$$

$$\Delta t_2 = t_2 - T_2 = \frac{l}{\frac{V}{2} - U} - \frac{l}{V - U} = \frac{l \frac{V}{2}}{(V - U)(\frac{V}{2} - U)}$$

Отношение этих опозданий при известном отношении скоростей приводит к ответу

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{(V + U)(\frac{V}{2} + U)}{(V - U)(\frac{V}{2} - U)} = \frac{(4 + 1)(2 + 1)}{(4 - 1)(2 - 1)} = 5 \text{ раз.}$$

Ответ: 5 раз.

3. Деревянный брусок массой $m = 13,5$ кг в форме прямоугольного параллелепипеда лежит на горизонтальном столе. В зависимости от того, на какой грани он лежит, давление бруска на стол принимает различные значения: $p_1 = 1$ кПа, $p_2 = 2$ кПа или $p_3 = 3$ кПа. Определите плотность дерева.

Решение:

Обозначим длины граней бруска a , b и c . Тогда:

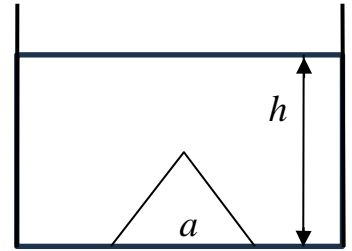
$$\begin{cases} p_1 ab = mg \\ p_2 bc = mg \\ p_3 ac = mg \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p_1 ab = p_2 bc \rightarrow c = a \cdot \frac{p_1}{p_2} = \frac{a}{2} \\ p_2 bc = p_3 ac \rightarrow b = a \cdot \frac{p_3}{p_2} = \frac{3}{2} a \end{cases}$$

$$p_1 \cdot \frac{3}{2} a^2 = mg \rightarrow 10^3 \cdot \frac{3}{2} a^2 = 135 \rightarrow a = 3 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$$V = abc = \frac{3}{4} a^3 \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{3a^3} = \frac{4 \cdot 13,5}{3 \cdot 27 \cdot 10^{-3}} = 667 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $667 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

4. Правильная четырехугольная пирамида приклеена к дну стеклянного аквариума. Длина стороны квадрата, лежащего в основании пирамиды, равна высоте пирамиды $a = 10$ см. Аквариум заполнен водой до уровня $h = 2a$. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность стекла $\rho = 2,7\rho_{\text{в}}$. Найдите силу давления пирамиды на дно аквариума, если объём данной пирамиды равен $a^3/3$.



Решение:

Если бы вместо клея был тонкий слой воды, то сила Архимеда равнялась бы $F_A = \rho_{\text{в}}gV = F_A(\uparrow) - F_A(\downarrow) = \rho_{\text{в}}ghS - F_A(\downarrow) \rightarrow F_A(\downarrow) = \rho_{\text{в}}ghS - \rho_{\text{в}}gV$

Когда пирамида приклеена, то сила давления на дно аквариума

$$F_{\text{д}} = mg + F_A(\downarrow) = 2,7\rho_{\text{в}} \frac{a^3}{3} g + \rho_{\text{в}}g \left(2a^3 - \frac{1}{3}a^3 \right) =$$

$$= 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{10^{-3}}{3} \cdot 10 + 10^3 \cdot 10 \left(2 \cdot 10^{-3} - \frac{1}{3}10^{-3} \right) = 9 + 17 = 26 \text{ Н}$$

Ответ: 26 Н

5. Сосуд в форме куба изготовлен из пяти тонких стеклянных квадратных пластин размером 10x10 см. Масса сосуда равна $m_1 = 125$ г. Другой сосуд выполнен из стеклянных пластин той же толщины, длина стороны которых в 2 раза больше. Первый сосуд доверху заполняют водой, а потом всю воду переливают во второй сосуд. Определите высоту уровня воды во втором сосуде и массу второго сосуда с водой. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность стекла $\rho_{\text{с}} = 2500$ кг/м³.

Решение. Объём стекла, израсходованного на первый сосуд, состоящий из пяти одинаковых квадратных пластин со стороной a , толщиной δ , из материала плотностью $\rho_{\text{с}}$, равен $V_{\text{с}} = 5 \cdot \delta \cdot a \cdot a$. Масса этого сосуда равна $m_1 = \rho_{\text{с}} \cdot V_{\text{с}} = \rho_{\text{с}} \cdot 5 \cdot \delta \cdot a \cdot a$. Рассуждая аналогично, находим, что масса второго сосуда $m_2 = \rho_{\text{с}} \cdot 5 \cdot \delta \cdot 2a \cdot 2a$, или $m_2 = 4(5 \cdot \rho_{\text{с}} \cdot \delta \cdot a \cdot a) = 4m_1 = 4 \cdot 0,125 = 0,5$ кг.

По условию задачи объём воды, налитой в первый сосуд, $V_{\text{в}} = V_1 = a^3$. При переливании воды массой $m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}}V_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \cdot a \cdot S_1 = \rho_{\text{в}} \cdot a \cdot (a^2) = 1000 \cdot 0,1^3 = 1$ кг из малого сосуда (с площадью поперечного сечения $S_1 = a^2$) в большой (с площадью поперечного сечения $S_2 = (2a)^2 = 4a^2$), по закону сохранения массы, имеем: $m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \cdot a \cdot S_1 = \rho_{\text{в}} \cdot h \cdot S_2$. Или $a \cdot a^2 = h \cdot 4a^2$. Тогда $h = \frac{a}{4} = \frac{0,1}{4} = 0,025$ м. Масса второго сосуда с водой равна $m_2 + m_{\text{в}} = 1,5$ кг.

Ответ: 0,025 м; 1,5 кг.