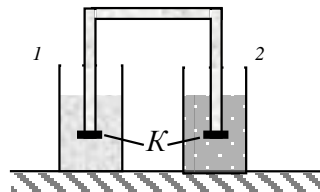


ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27771 для 7-го класса

1.7. Изогнутая в виде буквы П широкая трубка заполнена жидкостью плотностью ρ_1 и одним концом опущена в открытый сосуд с такой же жидкостью, а другим концом – в открытый сосуд с жидкостью плотностью $\rho_2 = 0,5\rho_1$. Концы трубки закрыты специальными клапанами K . Уровни жидкостей в сосудах одинаковы. В некоторый момент времени клапаны одновременно открывают. Что произойдет с жидкостью в трубке и с уровнями жидкостей в сосудах? Объясните ваш ответ.



Решение:

Пусть жидкость с плотностью ρ_1 находится в сосуде 1 (левом), а жидкость с плотностью $\rho_2 = 0,5\rho_1$ находится в сосуде 2 (правом). Когда откроются клапаны, то давления на уровне открытых концов трубок будут равны: слева $p_1 = p_0 - p_{mp} + \rho_1 g l_1$, справа $p_2 = p_0 - p_{mp} + \rho_2 g l_2$. Здесь p_0 - атмосферное давление, p_{mp} - давление столба воды в трубке, l_1 - расстояние от уровня жидкости в сосуде 1 до нижнего конца трубки в нем, l_2 - расстояние от уровня жидкости в сосуде 2 до нижнего конца трубки в нем. Поскольку $l_1 = l_2$, то $p_1 > p_2$.

Жидкость в трубке будут перемещаться из сосуда 1 в сосуд 2 (слева направо).

Уровень жидкости в сосуде 1 будет уменьшаться, а в сосуде 2 увеличиваться, причем жидкость с плотностью ρ_1 будет образовывать слой на дне сосуда 2.

Эти процессы будут продолжаться до тех пор, пока давления на уровне концов трубки не выровняются.

2.7. От гидроэлектростанции к потребителю электрическая энергия передается по воздушной линии электропередачи (ЛЭП). Электрический кабель ЛЭП свит из множества стальных и алюминиевых проволок. При этом стальные проволоки помещаются в центре кабеля и служат для повышения его механической прочности, а электрический ток идет в основном по алюминиевым жилам. Как правило, количество стальных проволок в центре кабеля равно 7. Определите количество алюминиевых проволок в кабеле, если площадь поперечного сечения каждой проволоки равна 8 мм^2 , масса одного километра кабеля составляет 1085 кг, плотность алюминия $\rho_{ал} = 2700 \text{ кг/м}^3$, плотность стали $\rho_{ст} = 7800 \text{ кг/м}^3$. Проволоки в кабеле расположены параллельно друг другу и оси кабеля.

Решение:

Общая масса кабеля включает в себя массу стальных и алюминиевых проволок

$$m = m_{ст} + m_{ал} = \rho_{ст} V_{ст} + \rho_{ал} V_{ал} = \rho_{ст} V_0 N_{ст} + \rho_{ал} V_0 N_{ал} = (\rho_{ст} N_{ст} + \rho_{ал} N_{ал}) l S$$

Здесь $N_{ст} = 7$ - количество стальных проволок в кабеле, $N_{ал}$ - количество алюминиевых проволок, S - площадь поперечного сечения одной проволоки, l - длина кабеля, которая при условии пренебрежения перевитостью проволок в кабеле, равна длине самой проволоки.

Таким образом, масса единицы длины кабеля равна

$$\frac{m}{l} = (\rho_{ст} N_{ст} + \rho_{ал} N_{ал}) S.$$

Отсюда искомое количество алюминиевых проволок в кабеле равно

$$N_{ал} = \frac{1}{\rho_{ал}} \left(\frac{m}{l S} - \rho_{ст} N_{ст} \right) = \frac{1085}{8 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} - \frac{7800 \cdot 7}{2700} = 30.$$

Ответ: $N_{ал} = 30$

3.7. В плоской металлической пластине постоянной толщины, объем которой $V = 10^3 \text{ см}^3$, просверлили некоторое количество отверстий, после чего масса пластины составила $M_1 = 8$ кг. Затем в пластине дополнительно просверлили ещё несколько отверстий, причем общее их количество увеличилось в $k = 2$ раза. Теперь масса пластины стала равна $M_2 = 7$ кг. Определите плотность материала пластины. Все отверстия сквозные, одинакового диаметра и сверлились перпендикулярно плоской поверхности пластины.

Решение.

m – масса материала «высверливаемого» для одного отверстия, N – первоначальное количество отверстий, M – масса пластины без отверстий

$$\begin{cases} M - M_1 = Nm \\ M - M_2 = kNm \end{cases}$$

$$\frac{M - M_1}{M - M_2} = \frac{1}{k}$$

$$kM - kM_1 = M - M_2$$

$$M = \frac{kM_1 - M_2}{k-1} \rightarrow \rho = \frac{kM_1 - M_2}{V(k-1)}$$

$$\text{Ответ: } \rho = \frac{kM_1 - M_2}{V(k-1)} = \frac{2 \cdot 8 - 7}{10^{-3}} = 9 \text{ т/м}^3$$

4.7. Одноклассники Петя и Катя направились из посёлка А в город Б на двухместном скутере. Первую часть пути длиной S_1 они двигались со скоростью v_1 , вторую часть пути длиной S_2 они двигались со скоростью v_2 , а оставшуюся часть пути длиной S_3 они двигались со скоростью v_3 . Найдите скорость v_3 , если известно, что $\frac{S_1}{S_2} = \frac{S_2}{S_3} = \frac{v_3}{v_2} = \frac{v_2}{v_1} = k = 1,5$, а

средняя скорость их движения из А в Б была $v = 35$ км/час.

Решение:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = S_3(k^2 + k + 1) \equiv \gamma S_3$$

$$v = \frac{S}{\frac{S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2} + \frac{S_3}{v_3}} = \frac{1}{\frac{k^2}{\gamma v_3} + \frac{k}{\gamma v_3} + \frac{1}{\gamma v_3}} = \frac{\gamma v_3}{k^2 + k + 1}$$

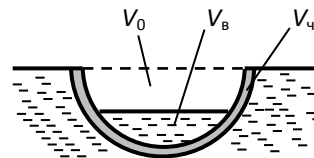
$$v_3 = v \cdot \frac{k^2 + k + 1}{k^2 + k + 1} = 35 \cdot \frac{5 + 2,25 + 1}{2,25 + 1,5 + 1} = \frac{35 \cdot 8,25}{4,75} \approx 60 \text{ км/час}$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Заключительный этап. Очная форма.

5.7. Чашка массой $m = 400$ г вмещает $V = 600$ мл воды. В начале опыта пустая чашка плавает на поверхности воды. В чашку тонкой струйкой наливают воду. Чашка тонет, когда её заполняют на $2/3$ объема. Определите плотность материала, из которого изготовлена чашка. Плотность воды равна 1000 кг/м³. В ответе приведите формулу для определения плотности материала чашки в общем виде.

Решение:

Обозначим: объем материала чашки как $V_ч$,
 объем налитой в чашку воды,
 когда она начинает тонуть, как $V_в$,
 объем чашки, не заполненный водой, как V_0 .



Тогда: $m_ч = \rho_ч V_ч$, $m_в = \rho_в V_в$.

Условие плавания непосредственно перед началом погружения чашки: $F_A = (m_в + m_ч) g$.

Перед началом погружения чашка вытесняет из воды объем $V_ч + V_0$, следовательно,

$$(V_ч + V_0) \rho_в g = (m_в + m_ч) g$$

$$\left(\frac{m_ч}{\rho_ч} + V_0 \right) \rho_в = V_в \rho_в + m_ч$$

$$\rho_в (V_0 - V_в) = m_ч - m_ч \frac{\rho_в}{\rho_ч}$$

$$\rho_в (V_0 - V_в) = m_ч \left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_ч} \right)$$

$$\frac{\rho_в}{m_ч} (V_0 - V_в) = 1 - \frac{\rho_в}{\rho_ч}$$

$$\frac{V_0 - V_в}{m_ч} = \frac{1}{\rho_в} - \frac{1}{\rho_ч}$$

$$\frac{1}{\rho_ч} = \frac{1}{\rho_в} - \frac{V_0 - V_в}{m_ч}$$

$$\rho_ч = \frac{m_ч \rho_в}{m_ч - \rho_в (V_0 - V_в)} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 10^{-3} (0,6 - 0,4) \cdot 10^{-3}} = 2000 \text{ кг/м}^3.$$