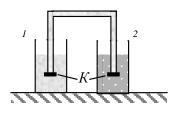
# ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ ВАРИАНТ 27771 для 7-го класса

1.7. Изогнутая в виде буквы П широкая трубка заполнена жидкостью плотностью  $\rho_1$  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  $\rho_1$  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  $l_1$  до нижнего конца трубки в нем,  $l_2$  — расстояние от уровня жидкости в сосуде  $l_1$  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  $\rho_1$  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 передаётся 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 идёт 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 мм², масса одного километра кабеля составляет 1085 кг, плотность алюминия  $\rho_{\rm an} = 2700~{\rm kr/m}^3$ , плотность стали  $\rho_{\rm cr} = 7800~{\rm kr/m}^3$ . Проволоки в кабеле расположены параллельно друг другу и оси кабеля.

#### Решение:

Общая масса кабеля включает в себя массу стальных и алюминиевых проволок

 $m=m_{\rm ct}+m_{\rm an}=
ho_{\rm ct}V_{\rm ct}+
ho_{\rm an}V_{\rm an}=
ho_{\rm ct}V_0N_{\rm ct}+
ho_{\rm an}V_0N_{\rm an}=(
ho_{\rm ct}N_{\rm ct}+
ho_{\rm an}N_{\rm an})lS$  Здесь  $N_{\rm ct}=7$  – количество стальных проволок в кабеле,  $N_{\rm an}$  – 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

$$\frac{m}{l} = (\rho_{\rm CT} N_{\rm CT} + \rho_{\rm an} N_{\rm an}) S.$$

Отсюда искомое количество алюминиевых проволок в кабеле равно

$$N_{\rm an} = \frac{1}{\rho_{\rm or}} \left( \frac{m}{lS} - \rho_{\rm cr} N_{\rm cr} \right) = \frac{\frac{1085}{8 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} - 7800 \cdot 7}{2700} = 30.$$

*Ответ:*  $N_{\rm ал} = 30$ 

3.7. В плоской металлической пластине постоянной толщины, объем которой  $V=10^3~{\rm cm}^3$ , просверлили некоторое количество отверстий, после чего масса пластины составила  $M_1=8~{\rm kr}$ . Затем в пластине дополнительно просверлили ещё несколько отверстий, причем общее их количество увеличилось в k=2 раза. Теперь масса пластины стала равна  $M_2=7~{\rm kr}$ . 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

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

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

$$kM - kM_1 = M - M_2$$

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

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

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 A в Б была v = 35 км/час.

# Решение:

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

$$v = \frac{S}{\frac{Sk^2}{\gamma v_1} + \frac{Sk}{\gamma v_2} + \frac{S}{\gamma v_3}} = \frac{1}{\frac{k^4}{\gamma v_3} + \frac{k^2}{\gamma v_3} + \frac{1}{\gamma v_3}} = \frac{\gamma v_3}{k^4 + k^2 + 1}$$

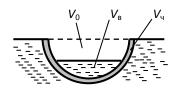
$$v_3 = v \cdot \frac{k^4 + k^2 + 1}{k^2 + k + 1} = 35 \cdot \frac{5 + 2,25 + 1}{2,25 + 1,5 + 1} = \frac{35 \cdot 8,25}{4,75} \approx 60$$
 км/час

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  $1000~{\rm kr/m}^3$ . В ответе приведите формулу для определения плотности материала чашки в общем виде.

## Решение:

Обозначим: объем материала чашки как  $V_{\rm ч}$ , объем налитой в чашку воды, когда она начинает тонуть, как  $V_{\rm в}$ , объем чашки, не заполненный водой, как  $V_{\rm 0}$ .



Тогда:  $m_u = \rho_u V_u$ ,  $m_e = \rho_e V_e$ .

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

Перед началом погружения чашка вытесняет из воды объем  $V_{_{\! q}} + V_{_{\! 0}}$  , следовательно,

$$\begin{split} \left(V_{u} + V_{0}\right) \rho_{e} g &= \left(m_{e} + m_{u}\right) g \\ \left(\frac{m_{u}}{\rho_{u}} + V_{0}\right) \rho_{e} &= V_{e} \rho_{e} + m_{u} \\ \rho_{e} \left(V_{0} - V_{e}\right) &= m_{u} - m_{u} \frac{\rho_{e}}{\rho_{u}} \\ \rho_{e} \left(V_{0} - V_{e}\right) &= m_{u} \left(1 - \frac{\rho_{e}}{\rho_{u}}\right) \\ \frac{\rho_{e}}{m_{u}} \left(V_{0} - V_{e}\right) &= 1 - \frac{\rho_{e}}{\rho_{u}} \\ \frac{V_{0} - V_{e}}{m_{u}} &= \frac{1}{\rho_{e}} - \frac{1}{\rho_{u}} \\ \frac{1}{\rho_{u}} &= \frac{1}{\rho_{e}} - \frac{V_{0} - V_{e}}{m_{u}} \\ \rho_{u} &= \frac{m_{u} \rho_{e}}{m_{u} - \rho_{e} \left(V_{0} - V_{e}\right)} &= \frac{0.4 \cdot 10^{3}}{0.4 - 10^{3} \left(0.6 - 0.4\right) \cdot 10^{-3}} = 2000 \, \text{kg/m}^{3}. \end{split}$$