

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

9 КЛАСС

Решения

1. Необходимо измерить с помощью динамометра силу тяжести для двух тел. Шкала динамометра позволит это сделать, т.к. масса стального тела больше половины предела шкалы. Пусть масса второго тела m , стали $M = 0,25$ кг. Тогда показания динамометра P составят

$$P = (m + M)g = (\rho + \rho_0)gV$$

где ρ - плотность тела, ρ_0 - плотность стали. С другой стороны, объем тел можно найти, поскольку масса и плотность второго тела известны

$$V = \frac{M}{\rho_0}$$

Отсюда

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{P}{Mg} - 1 \right).$$

2. Условие равновесия груза на левом поршне имеет вид

$$\frac{mg}{S} = \rho g(\Delta h + \Delta x) \quad (1)$$

где m - масса груза, ρ - плотность жидкости, Δx - величина подъема уровня жидкости в правом колене. Поскольку уменьшение объема жидкости в левом колене равно увеличению объема жидкости в правом, Δh и Δx связаны соотношением

$$\Delta h S = \Delta x 4S \quad (2)$$

Из (1)-(2) находим

$$\Delta h = \frac{4m}{5\rho S} \quad (3)$$

Аналогично находим, на сколько опустился правый поршень (по сравнению с начальным уровнем), если на него положить тот же груз (убрав его с левого поршня)

$$\frac{mg}{4S} = \rho g(\Delta h_1 + \Delta x_1)$$

где Δh_1 - величина опускания уровня в правом колене, $\Delta x_1 = 4\Delta h_1$ - величина подъема уровня в левом. Отсюда

$$\Delta h_1 = \frac{m}{20\rho S} \quad (4)$$

Из (3)-(4) получаем для смещения правого поршня

$$\Delta h_1 = \frac{\Delta h}{16}$$

3. Пусть масса соли в стакане m , масса воды - M . Тогда для первоначального содержания соли в стакане имеем

$$\rho = \frac{m}{(m + M)} \quad \Rightarrow \quad \frac{M}{m} = \frac{1 - \rho}{\rho}$$

Новое процентное содержание соли после выпаривания можно найти так

$$2\rho = \frac{m/2}{(m/2 + M_1)}$$

где M_1 - масса воды, оставшаяся после выпаривания половины раствора. Отсюда

$$M_1 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho}$$

Поэтому новое количество воды равно

$$M_2 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{M}{2} = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{m(1-\rho)}{2\rho} = \frac{m(3-4\rho)}{4\rho}$$

Теперь можно найти новое процентное содержание соли

$$\rho_1 = \frac{m}{(m+M_2)} = \frac{4\rho}{3} = 40\%.$$

4. Включая теплоэлектронагревательный элемент 8 можно увеличить количество пара в компенсаторе, и, следовательно, увеличить давление. Механизм достаточно инерционен, поскольку требует времени для нагревания воды. Открывая один из клапанов 7 можно сбросить часть пара в барботер 6 и, следовательно, уменьшить давление в реакторе. Открывая второй клапан, можно забросить в компенсатор более холодную воду и, следовательно, сконденсировать пар и тоже быстро понизить давление. Последние два механизма позволяют экстренно вносить коррективы в работу реактора.