

Задачи на растворимость (chemrise.ru)

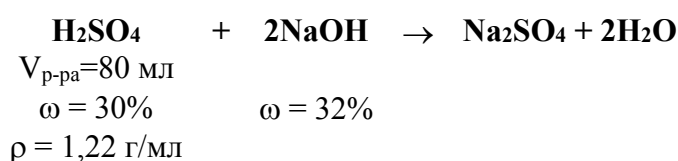
Тип 3. Задачи на изменение температуры и выпадение осадка кристаллогидрата

Задача 2. Массовая доля сульфата натрия в насыщенном при температуре 0°C растворе составляет 4,3%. К раствору серной кислоты объемом 80 мл (массовая доля H₂SO₄ 30%, плотность 1,22 г/мл) добавили раствор гидроксида натрия (массовая доля NaOH 32%) до полной нейтрализации. Раствор охладили до температуры 0°C. Определите массу выпавшей соли, учитывая, что образуется кристаллогидрат Na₂SO₄·10H₂O.

Ответ: 88,55 г.

Источник: Сборник задач по химии для поступающих в вузы, Г.П. Хомченко.

Решение 1. Напишем реакцию и сделаем расчеты для каждого из растворов. Что дано:



1) р-р H₂SO₄:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 80 \cdot 1,22 = 97,6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 97,6 \cdot 0,3 = 29,28 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 29,28/98 = 0,3 \text{ моль}$$

2) р-р NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

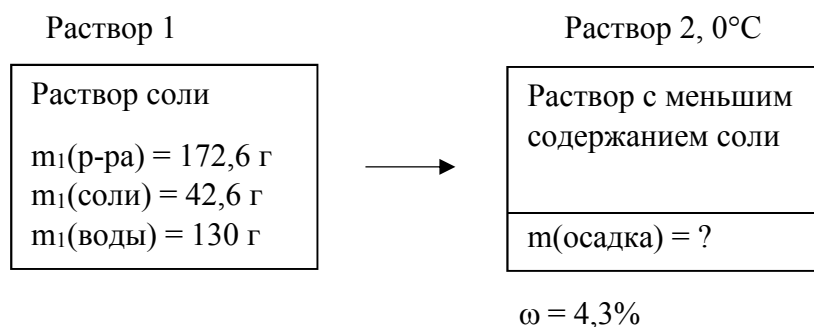
$$m(\text{NaOH}) = 0,6 \cdot 40 = 24 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 24/0,32 = 75 \text{ г.}$$

3) Масса всего раствора: $m_{\text{р-ра}} = 97,6 + 75 = 172,6 \text{ г.}$

4) $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$; $M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$.

5) Нарисуем схематично итоговый раствор при разных температурах, отметив на рисунке всё, что нам известно.



Если в результате охлаждения раствора в осадок выпадает кристаллогидрат, то необходимо учитывать воду, входящую в его состав. Также необходимо помнить, что количество везудной соли равно количеству кристаллогидрата в молях, а количество воды будет в данном случае в 10 раз больше (так как образуется Na₂SO₄·10H₂O):

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \text{ и}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 10 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4).$$

Для решения задачи обозначим за x количество Na_2SO_4 , выпавшего в осадок ($m = 142 \cdot x$). Масса воды, которая идет в осадок: $m = 10 \cdot 18 \cdot x$ г. Следовательно, в растворе при 10°C осталось $(42,6 - 142 \cdot x)$ г соли и $(130 - 10 \cdot 18 \cdot x)$ г воды.

б) Для составления пропорции необходимо сначала найти растворимость соли, зная ее массовую долю:

$$\omega = \frac{S}{S+100}, \quad \text{т.е. } 0,043 = \frac{S}{S+100}$$

Решая это уравнение, находим что S (т.е. растворимость на 100 гр. воды) равна 4,49 г.

7) Составим пропорцию:

$$4,49 \text{ г (соль)} \text{ --- } 100 \text{ г (H}_2\text{O)}$$

$$(42,6 - 142 \cdot x) \text{ --- } (130 - 10 \cdot 18 \cdot x)$$

Решим её: $(42,6 - 142 \cdot x) = (130 - 10 \cdot 18 \cdot x) \cdot 4,49/100$. В итоге находим, что $x = 0,275$ моль, т.е. это количество соли, выпавшей в осадок. Теперь можем легко найти массу осадка:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,275 \cdot 322 = 88,55 \text{ г.}$$

Ответ: $m(\text{осадка}) = 88,55$ г.

Решение 2: Для составления пропорции с растворимостью также можно использовать массу всего раствора, а не массу воды. Ответ от этого не изменится. Выразим через x массу кристаллогидрата, выпавшего в осадок: $m = 322 \cdot x$. Следовательно, масса раствора при 0°C : $(172,6 - 322 \cdot x)$.

Составим пропорцию:

$$4,49 \text{ г (соль)} \text{ --- } 104,49 \text{ г (раствор)}$$

$$(42,6 - 142 \cdot x) \text{ --- } (172,6 - 322 \cdot x).$$

Решением также является $x = 0,275$ моль и **$m(\text{осадка}) = 88,55$ г.**

Chemrise.ru