

### Задача 6.

Окраска безводного хлорида кобальта (II) (голубой цвет) и его различных кристаллогидратов (цвет от сине-фиолетового до розового) может быть использована для создания тест-систем для определения влажности. Навеску безводного хлорида кобальта (II) массой 26 г растворили в горячей воде (70 °С) массой 34 г. После охлаждения полученного раствора до 20 °С выпало 26,2 г розовых кристаллов одного из кристаллогидратов, а массовая доля соли в оставшемся растворе составила 34,6 %. Осадок отфильтровали, фильтрат разделили на две части. В одну из частей поместили магниевую пластину заведомо избыточной массы. После окончания реакции пластину вынули, промыли холодной водой, высушили и взвесили. Оказалось, что масса увеличилась на 2,1 г по сравнению с начальной.

1. Определите состав розового кристаллогидрата хлорида кобальта. Ответ подтвердите расчетами.
2. Какая масса магния прореагировала с первой частью фильтрата?
3. Какова масса второй части фильтрата?
4. В каком случае может быть применена тест-система для определения влажности?

### РЕШЕНИЕ

1) Количество вещества безводного хлорида кобальта  $n(\text{CoCl}_2) = 26/130 = 0,2$  моль. (1 балл)

Масса приготовленного горячего раствора равна

$$m(\text{раствора}) = 26 + 34 = 60 \text{ г. (1 балл)}$$

После выпадения розовых кристаллов масса маточного раствора составляет  $m(\text{фильтрата}) = 60 - 26,2 = 33,8$  г. (1 балл)

Масса хлорида кобальта в маточном растворе

$$m_{\text{ф}}(\text{CoCl}_2) = \omega(\text{CoCl}_2) \cdot m(\text{фильтрата}) = 0,346 \cdot 33,8 = 11,7 \text{ г. (1 балл)}$$

Количество вещества соли в фильтрате

$$n_{\text{ф}}(\text{CoCl}_2) = 11,7/130 = 0,09 \text{ моль (1 балл),}$$

тогда в осадке  $n_{\text{ос}}(\text{CoCl}_2) = 0,2 - 0,09 = 0,11$  моль (1 балл).

Масса соли в розовом осадке равна  $m_{\text{ос}}(\text{CoCl}_2) = 0,11 \cdot 130 = 14,3$  г. (1 балл)

Масса кристаллизационной воды составляет

$$m_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 26,2 - 14,3 = 11,9 \text{ г. (1 балл)}$$

$m_{\text{ос}}(\text{CoCl}_2): n_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,11:0,66 = 1:6$ , тогда состав кристаллогидрата розового цвета  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . (1 балл)

**(итого 10 баллов, любой другой подтвержденный расчетами путь нахождения верной формулы кристаллогидрата оценивается 10 баллами. За ошибку в расчете на каждой стадии расчета не ставится соответствующий балл. За приведение формулы без расчетов – 1 балл.)**

2) Так как магний не реагирует с водой при комнатной температуре и является металлом более активным, чем кобальт (см. ряд напряжений металлов), то при контакте магниевой пластины с частью раствора протекает реакция  $\text{CoCl}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{Co}$ . (1 балл за уравнение)

Изменение массы пластины связано с разностью массы растворившегося магния и массы кобальта, осевшего на поверхности пластины. По уравнению реакции  $n(\text{Mg}) = n(\text{Co}) = n_1(\text{CoCl}_2)$ .

Тогда  $\Delta m = m(\text{Co}) - m(\text{Mg}) = M(\text{Co})n(\text{Co}) - M(\text{Mg})n(\text{Mg}) = 59n(\text{Mg}) - 24n(\text{Mg}) = 35n(\text{Mg})$ .

По условию  $\Delta m = 35n(\text{Mg}) = 2,1 \text{ г}$

то есть  $n(\text{Mg}) = n_1(\text{Co}) = 2,1/35 = 0,06 \text{ моль}$ . (3 балла за любое верное нахождение количеств вещества)

$m(\text{Mg}) = 24 \cdot 0,06 = 1,44 \text{ г}$ . (1 балл)

3) Так как суммарное количество вещества  $n_{\text{ф}}(\text{CoCl}_2) = 0,09 \text{ моль}$ , а в реакцию с пластиной вошло  $n_1(\text{CoCl}_2) = 0,06 \text{ моль}$ , то вторая часть раствора содержит

$n_2(\text{CoCl}_2) = 0,09 - 0,06 = 0,03 \text{ моль}$  (1 балл),

что составляет  $0,03/0,09 = 1/3$  от общего количества вещества хлорида кобальта (1 балл), значит, и масса второй части фильтрата это  $1/3$  от общей массы (1 балл),

что составляет  $33,8/3 = 11,27 \text{ г}$ . (1 балл)

**(всего 4 балла за пункт, любое другое обоснованное нахождение верного ответа оценивается максимально в 4 балла)**

4) Шкала влажности может быть использована в метеорологических измерениях, для определения выработки ресурса осушителей и др. (1 балл)





