

Маршрутный лист

Тема занятия: Кристаллогидраты (теория и задачи) .

Порядок действий	Алгоритм работы и ресурсы																
1	Запишите тему занятия: Кристаллогидраты																
2	<p>Изучите элементы теории:</p> <p>Кристаллогидраты — твердые вещества, в состав которых входит вода, называемая кристаллизационной. Большинство кристаллогидратов являются солями; состав кристаллогидрата (Кг) представляют, записав формулу соли и указав через точку число молекул воды (например, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).</p> <p>В условии задачи состав Кг может указываться и с использованием греческих приставок:</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>·1 H_2O-моногидрат;</td> <td>·2 H_2O-дигидрат;</td> </tr> <tr> <td>·3 H_2O-тригидрат;</td> <td>·4 H_2O-тетрагидрат;</td> </tr> <tr> <td>·5 H_2O-пентагидрат;</td> <td>·6 H_2O-гексагидрат;</td> </tr> <tr> <td>·7 H_2O-гептагидрат;</td> <td>·8 H_2O-октагидрат;</td> </tr> <tr> <td>·9 H_2O-нонагидрат;</td> <td>·10 H_2O-декагидрат.</td> </tr> </table> <p>Например, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — гептагидрат сульфата цинка.</p> <p>Кристаллогидраты сульфатов металлов называются купоросами:</p> <p>$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — медный купорос, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — железный купорос.</p> <p>Примеры технических названий других кристаллогидратов:</p> <p>$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — кристаллическая сода; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — глауберова соль (мирабилит); $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — горькая (английская) соль.</p> <p>Молярная масса Кг равна сумме молярных масс безводной соли и воды с учетом количества вещества воды. Например, $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CuSO}_4) + 5 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 160 + 5 \cdot 18 = 250$ г/моль.</p> <p>В ряде задач на эту тему надо находить отдельно массу безводной соли и массу кристаллизационной воды. Эту проблему можно решить сравнением масс 1 моль Кг и 1 моль безводной соли. Например, требуется найти, чему равна масса безводной соли в 5 г медного купороса. Приведем схему решения (здесь 250 г и 160 г — массы 1 моль Кг и 1 моль безводной соли):</p> <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$</td> <td style="text-align: center;">—————</td> <td style="text-align: center;">CuSO_4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{5r}{250 \text{ г}}$</td> <td></td> <td style="text-align: center;">$\frac{x \text{ г}}{160 \text{ г}}$</td> </tr> </table> <p>$x = 5 \cdot 160/250 = 3,2$ г.</p> <p>Соответственно масса воды равна $5 - 3,2 = 1,8$ г.</p>	·1 H_2O -моногидрат;	·2 H_2O -дигидрат;	·3 H_2O -тригидрат;	·4 H_2O -тетрагидрат;	·5 H_2O -пентагидрат;	·6 H_2O -гексагидрат;	·7 H_2O -гептагидрат;	·8 H_2O -октагидрат;	·9 H_2O -нонагидрат;	·10 H_2O -декагидрат.	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	—————	CuSO_4	$\frac{5r}{250 \text{ г}}$		$\frac{x \text{ г}}{160 \text{ г}}$
·1 H_2O -моногидрат;	·2 H_2O -дигидрат;																
·3 H_2O -тригидрат;	·4 H_2O -тетрагидрат;																
·5 H_2O -пентагидрат;	·6 H_2O -гексагидрат;																
·7 H_2O -гептагидрат;	·8 H_2O -октагидрат;																
·9 H_2O -нонагидрат;	·10 H_2O -декагидрат.																
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	—————	CuSO_4															
$\frac{5r}{250 \text{ г}}$		$\frac{x \text{ г}}{160 \text{ г}}$															
3	<p>Перейдите, пожалуйста, по ссылке и посмотрите видеофильм по теме:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=VC3wP_ZH0Zc</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=ATuM8MJREAw</p>																

4

Изучите примеры решенных задач:

Пример 1. Найдите массовую долю сульфата меди

в растворе, полученном при растворении 5 г медного купороса в 100 мл воды.

Решение. Масса конечного раствора равна сумме масс Кг и воды:

$$m_p(\text{кон.}) = 5 + 100 = 105 \text{ г.}$$

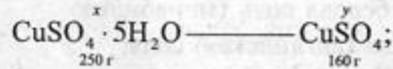
Выше было показано, что в 5 г Кг содержится 3,2 г безводного сульфата меди. Тогда

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{3,2}{105} = 0,0304 (3,04\%).$$

Ответ: 3,04%.

Пример 2. Какую массу медного купороса надо растворить в 150 мл воды, чтобы получить раствор с $w(\text{CuSO}_4) = 0,05$?

Решение. Эта задача обратна предыдущей. Обозначим искомую массу Кг через x . Выразим массу безводной соли y через массу Кг:



$$y = x \cdot 160/250 = 0,64 \cdot x.$$

Поскольку масса раствора равна сумме масс Кг (x) и воды (150 г), составляем выражение для массовой доли безводной соли, т.е. сульфата меди:

$$0,05 = \frac{0,64 \cdot x}{x + 150}.$$

$$\text{Отсюда } x = 12,7 \text{ г.}$$

Ответ: 12,7 г.

Пример 3. Какие массы медного купороса и раство-

ра с $w(\text{CuSO}_4) = 0,3$ надо взять для приготовления 400 мл раствора с $w(\text{CuSO}_4) = 0,5$ ($\rho = 1,2$ г/мл)?

Решение. Это пример задачи, решать которую удобно составлением системы двух уравнений, одно уравнение — по суммарной массе вещества CuSO_4 , второе — по суммарной массе раствора.

Пусть надо взять x г медного купороса и y г раствора сульфата меди. В первом из них находится $0,64x$ (г) безводной соли (см. пример 20.2), а во втором — $y \cdot 0,3$ (г) CuSO_4 . Всего, следовательно, в конечном растворе содержится $0,64x + 0,3y$ г безводной соли. Поскольку известны масса, плотность и массовая доля конечного раствора, находим конкретное значение массы CuSO_4 :

$$m_s(\text{CuSO}_4) = V \cdot \rho \cdot w = 400 \cdot 1,2 \cdot 0,5 = 240 \text{ г.}$$

Составляем первое уравнение системы:

$$0,64x + 0,30y = 240. \quad (20.1)$$

Масса конечного раствора равна $V \cdot \rho = 480$ г; с другой стороны, эта масса равна сумме масс $K_г$ и раствора CuSO_4 с $w = 0,3$.

Составляем второе уравнение системы:

$$x + y = 480. \quad (20.2)$$

Решая совместно уравнения (20.1) и (20.2), находим:

$$x = 292,4 \text{ г; } y = 197,6 \text{ г.}$$

Ответ: 292,4 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 197,6 г раствора CuSO_4 .

В следующей задаче требуется определить формулу кристаллогидрата:

Пример 4. Кристаллогидрат сульфата цинка массой

5,38 г растворили в 92 мл воды и получили раствор с $w(\text{ZnSO}_4) = 3,3\%$. Установите формулу кристаллогидрата.

Решение. Задача решается несколькими способами:

Вариант 1. Пусть формула Кг имеет вид $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Чтобы установить формулу Кг, надо найти отношение $\nu(\text{ZnSO}_4) : \nu(\text{H}_2\text{O})$, а для этого необходимо знать массы безводной соли и кристаллизационной воды. Массу ZnSO_4 легко определить, зная массу его раствора и массовую долю:

$$m_{\text{в}}(\text{ZnSO}_4) = m_{\text{р}} \cdot w;$$

$$m_{\text{р}} = m(\text{Кг}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 5,38 + 92 = 97,38 \text{ г};$$

$$m_{\text{в}}(\text{ZnSO}_4) = 97,38 \cdot 0,033 = 3,21 \text{ г}.$$

Тогда масса кристаллизационной воды равна:

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{кр}} = m(\text{Кг}) - m_{\text{в}}(\text{ZnSO}_4) = 5,38 - 3,21 = 2,17 \text{ г}.$$

Получаем

$$\nu(\text{ZnSO}_4) : \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,21}{161} : \frac{2,17}{18} = 0,02 : 0,12 = 1 : 6,$$

где 161 и 18 — значения M_r ZnSO_4 и H_2O соответственно.

Следовательно, формула Кг имеет вид $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Вариант 2. Определив массу ZnSO_4 как показано выше, составляем пропорцию:

$$\frac{\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}}{(161+x \cdot 18) \text{ г}} \text{ ————— } \frac{\text{ZnSO}_4}{161 \text{ г}},$$

$$\frac{5,38}{161+18x} = \frac{3,21}{161}.$$

Отсюда

$$x = 6.$$

Ответ: $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

4

Решите следующие задачи самостоятельно:

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какую массу (г) воды надо взять для растворения 14,3 г декагидрата карбоната натрия для получения раствора с $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5,3\%$? 2. Какие массы (г) воды и медного купороса надо взять для приготовления 10 л 2%-ного раствора CuSO_4 плотностью 1,0 г/мл? 3. В каком объеме воды следует растворить гептагидрат сульфата цинка массой 100 г, чтобы получить раствор с $w(\text{ZnSO}_4) = 0,01$? 4. В 20 г 20%-ного раствора сульфата натрия растворили 4 г декагидрата сульфата натрия. Найдите $w(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ в полученном растворе. 5. В какой массе 5%-ного раствора карбоната натрия надо растворить 100 г кристаллической соды для получения раствора с массовой долей карбоната натрия, равной 15%? 6. В воде растворили 6,09 г кристаллогидрата хлорида магния и к полученному раствору добавили избыток раствора AgNO_3, при этом выпало 8,61 г осадка. Установите формулу кристаллогидрата. 7. Найдите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если при его полном обезвоживании потеря массы составляет 47% от массы кристаллогидрата.
5	<p>Проверьте правильность решения задач, сверив с ответами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 85,6 г. 2. 9687,5 г H_2O; 312,5 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. 3. Приблизительно 5,5 л. 4. 24%. 5. 220 г. 6. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. 7. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Спасибо за работу!