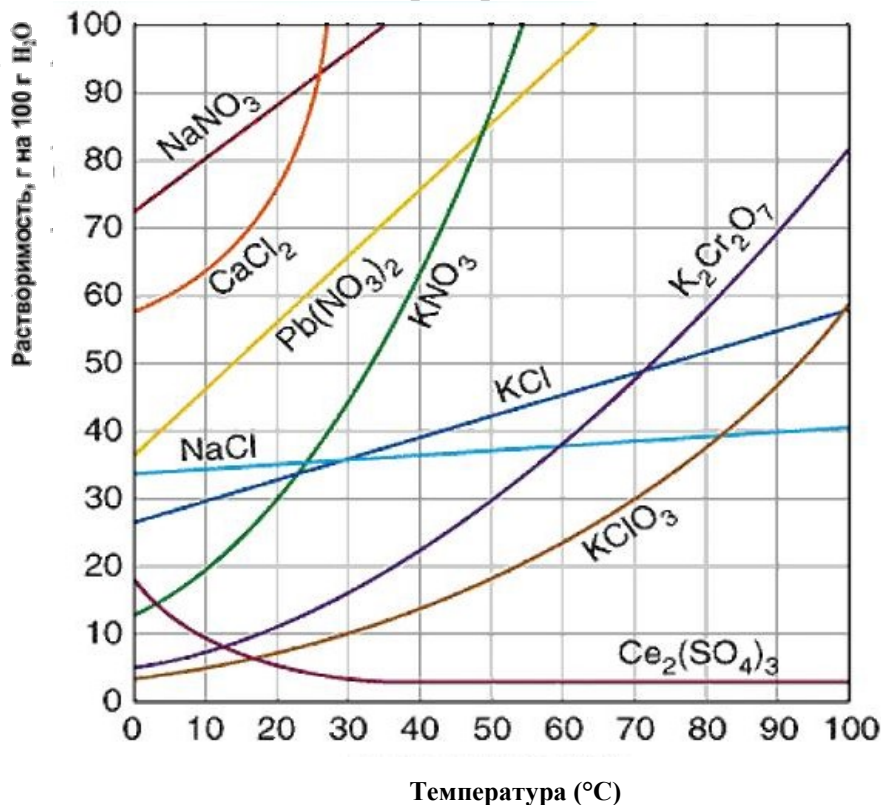


## 9 К Л А С С

**Задача 9.1 (10 баллов).** На рисунке представлены кривые растворимости отдельных солей. Укажите, что понимают под растворимостью (коэффициентом растворимости) и в каких целях используют эти графические зависимости в химических лабораториях.



Приготовили насыщенный при 70°C раствор хлората калия массой 500 г. Затем охладили раствор до 30°C. Рассчитайте состав полученного раствора (в массовых долях).

*Решение:*

Содержание верного ответа	Баллы
1. Указано, что растворимость характеризует максимальную массу порции вещества, растворенного в 100 г воды при данной температуре, с образованием насыщенного раствора.	2
2. Охарактеризовано использование кривых растворимости: <ul style="list-style-type: none"> <li>- устанавливают характер температурной зависимости растворимости вещества от температуры (у большинства твёрдых веществ при нагревании растворимость увеличивается);</li> <li>- рассчитывают, какая масса вещества может раствориться в данной массе воды при данной температуре, например, при приготовлении насыщенных растворов;</li> <li>- рассчитывают массу осадка, выпадающего из насыщенного раствора при его охлаждении до определённой температуры (в условиях уменьшения растворимости) или сколько ещё</li> </ul>	3

дополнительно можно растворить вещества, если раствор нагреть до определённой, более высокой температуры.	
3. Проведены расчёты: при 70°C $\omega_1(\text{KClO}_3) = 30/(30+100) = 0,231$ $m_1(\text{KClO}_3) = 500 \cdot 0,231 = 115,5$ (г); при 30°C $\omega_2(\text{KClO}_3) = 10/(10+100) = 0,091$ $m(\text{осадка}) = x$ г, $m_2(\text{р-ра}) = m_1(\text{р-ра}) - m(\text{осадка}), m_2(\text{р-ра}) = (500-x)$ г $m_2(\text{KClO}_3) = (500-x) \cdot 0,091$ (г); $115,5 - x = (500-x) \cdot 0,091, x = 77$	1 1 1
Таким образом: масса насыщенного раствора при 30°C равна $500-77 = 423$ (г); $m_2(\text{KClO}_3) = 115,5 - 77 = 38,5$ (г).	1
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 9.2 (10 баллов).** Два ученика, сидящие за одной партой, выполняли лабораторный опыт. Первый учащийся в пробирку налил 1 мл раствора хлорида алюминия и по каплям приливал раствор едкого кали. Второй учащийся поместил в пробирку раствор щелочи и по каплям приливал раствор хлорида алюминия. Наблюдения удивили их, ведь взяли одни и те же растворы! Помогите учащимся разобраться, объяснив наблюдения (опишите их). Запишите уравнения реакций в молекулярном и молекулярно-ионном (полном и кратком) виде.

*Решение:*

Содержание верного ответа	Баллы
Первый ученик наблюдал: сначала выпадение белого аморфного осадка, а затем его полное растворение. $\text{AlCl}_3 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 3\text{K}^+ + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{K}^+ + 3\text{Cl}^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$	1 1 0,5 0,5
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{K}^+ + 3\text{OH}^- \rightarrow 3\text{K}^+ + [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$	1 0,5 0,5
Второй ученик наблюдал: сначала выпадение и полное растворение осадка, а затем - выпадение белого аморфного осадка. $\text{AlCl}_3 + 6\text{KOH} \rightarrow \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{KCl}$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 6\text{K}^+ + 6\text{OH}^- \rightarrow 3\text{K}^+ + [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-} + 3\text{K}^+ + 3\text{Cl}^-$ $\text{Al}^{3+} + 6\text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{AlCl}_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ $3\text{K}^+ + [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-} + \text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{K}^+ + 3\text{Cl}^-$ $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-} + \text{Al}^{3+} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3$	1 1 0,5 0,5 1 0,5 0,5
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 9.3 (10 баллов).** Определите массу раствора и массовую долю сульфата натрия в растворе, содержащем  $30,10 \cdot 10^{22}$  атомов натрия и  $6,02 \cdot 10^{24}$  атомов водорода.

*Решение:*

Содержание верного ответа	Баллы
1.Количество атомов натрия: $n(\text{Na}) = N_0(\text{Na}) / N_A$ , $n(\text{Na}) = (30,10 \cdot 10^{22}) / (6,02 \cdot 10^{23}) = 0,5$ моль. 1 моль $\text{Na}_2\text{SO}_4$ содержит 2 моль атомов натрия, Поэтому $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1/2n(\text{Na})$ ; $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,5/2 = 0,25$ (моль) Масса сульфата натрия $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \cdot 0,25 = 35,5$ (г)	2     1  1
2. Количество атомов водорода $n(\text{H}) = N_0(\text{H})/N_A$ ; $n(\text{H}) = (6,02 \cdot 10^{24}) / (6,02 \cdot 10^{23}) = 10$ моль. Из формулы воды следует, что 1 моль $\text{H}_2\text{O}$ содержит 2 моль атомов водорода, т.е. $n(\text{H}_2\text{O}) = 1/2 n(\text{H})$ ; $n(\text{H}_2\text{O}) = 10/2 = 5$ моль. Находим массу воды в растворе: $m(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ , $m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 5 = 90$ (г). Масса раствора равна сумме масс воды и сульфата натрия: $m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ $m(\text{р-ра}) = 90 + 35,5 = 125,5$ (г).	2          1          1
3. Массовая доля сульфата натрия в растворе: $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4) / m(\text{р-ра})$ $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 35,5 / 125,5 = 0,285$	1
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 9.4 (10 баллов).** Через раствор, содержащий 4 г гидроксида натрия, пропустили 2,55 г сероводорода. Определите количества веществ, образовавшихся в растворе.

*Решение:*

Содержание верного ответа	Баллы
1.Количества (n, моль) исходных веществ: $n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH})/M(\text{NaOH})$ ; $n(\text{NaOH}) = 4/40 = 0,1$ моль; $n(\text{H}_2\text{S}) = m(\text{H}_2\text{S})/M(\text{H}_2\text{S})$ ; $n(\text{H}_2\text{S}) = 2,55/34 = 0,075$ моль.	1  1
2. В начале процесса пропускания газообразного сероводорода через раствор гидроксида натрия (при этом гидроксид натрия в растворе находится в избытке) происходит реакция:	

$ \begin{array}{ccc} 0,1 \text{ моль} & 0,05 \text{ моль} & 0,05 \text{ моль} \\ 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} = & \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} & (1) \\ \text{Осталось} & & \\ 0,025 \text{ моль} & &  \end{array} $	2
<p>Количество сероводорода, необходимое для получения сульфида натрия из 0,1 моль гидроксида натрия равно <math>n(\text{H}_2\text{S}) = 0,5n(\text{NaOH})</math>; <math>n(\text{H}_2\text{S}) = 0,05</math> моль. В растворе при этом образовалось 0,05 моль сульфида натрия.</p>	2
<p>3. При дальнейшем пропускании сероводорода происходит реакция:</p> $ \begin{array}{ccc} 0,025 \text{ моль} & 0,025 \text{ моль} & 0,050 \text{ моль} \\ \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} = & 2\text{NaHS} & (2) \\ \text{Осталось} & & \\ 0,025 \text{ моль} & &  \end{array} $	2
<p><math>n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,05</math> моль, <math>n(\text{H}_2\text{S}) = 0,075 - 0,05 = 0,025</math> моль. Сероводород прореагировал полностью. В растворе находятся избыток сульфида натрия и образовавшийся гидросульфид натрия.  <math>n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,05 - 0,025 = 0,025</math> моль, <math>n(\text{NaHS}) = 0,025</math> моль</p>	2
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 9.5 (10 баллов).** Закончите фразу и дайте обоснование, решите задачу.

1. Кислотные свойства в ряду соединений HF, HCl, HBr, HI...
2. Элементы хлор и марганец находятся в одной группе, т.к. ...
3. Иод взаимодействует с \_\_\_ из приведенных соединений O<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, Fe, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Br<sub>2</sub>. Составьте уравнения реакций.
4. Смешали растворы двух кислых солей натрия, при этом выделился газ. Приведите уравнение возможной реакции (в молекулярном, полном и кратком молекулярно-ионном виде).
5. В образце кислой аммонийной соли ортофосфорной кислоты находится  $4,0635 \cdot 10^{22}$  атомов водорода и  $1,806 \cdot 10^{22}$  атомов кислорода. Напишите формулу соли. Приведите расчеты.

*Решение:*

Содержание верного ответа	Баллы
1. Кислотные свойства галогеноводородных кислот увеличиваются, т.к. увеличивается длина связи	1

2. Хлор и марганец находятся в одной группе, так как высшая валентность по кислороду равна номеру группы: $\text{Cl}_2\text{O}_7$ , $\text{Mn}_2\text{O}_7$ , которые проявляют кислотные свойства	1
3. Иод взаимодействует с веществами $\text{HNO}_3$ , Fe, $\text{Br}_2$ $\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeI}_2$ $\text{I}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{IBr}$	1 1 1
4. $\text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1 0,5 0,5
5. Формула соли: $(\text{NH}_4)_x\text{H}_{(3-x)}\text{PO}_4$ $n(\text{H}) = 4,0635 \cdot 10^{22} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,0675$ (моль) $n(\text{O}) = 1,806 \cdot 10^{22} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,03$ (моль) $n(\text{H})/n(\text{O}) = (4x + 3-x)/4$ ; $0,0675/0,03 = (4x + 3-x)/4$ , откуда $x = 2$ , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1 0,5 0,5 1
<b>Итого:</b>	<b>10</b>