

# РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЭ ВСОШ ПО ХИМИИ 25/26 ГОДА

## 8 КЛАСС

### Задача 1

Дано:

- В растворе КОН число атомов Н:  $N_H = 1.63 \times 10^{25}$
- Число атомов О:  $N_O = 8.85 \times 10^{24}$

Анализ атомов:

В молекуле КОН содержится 1 атом Н и 1 атом О. В молекуле воды  $H_2O$  2 атома Н и 1 атом О.

Составим систему уравнений:

Пусть  $n(KOH) = x$  моль,  $n(H_2O) = y$  моль

$$\begin{cases} x \cdot N_A + 2y \cdot N_A = 1.63 \times 10^{25} \text{ (атомы } H) \\ x \cdot N_A + y \cdot N_A = 8.85 \times 10^{24} \text{ (атомы } O) \end{cases}$$

Преобразуем в молях:

$$\begin{cases} x + 2y = \frac{1.63 \times 10^{25}}{6.022 \times 10^{23}} = 27.07 \text{ моль} \\ x + y = \frac{8.85 \times 10^{24}}{6.022 \times 10^{23}} = 14.70 \text{ моль} \end{cases}$$

$$y = 27.07 - 14.70 = 12.37 \text{ моль} \text{ — } n(H_2O)$$

$$x = 14.70 - 12.37 = 2.32 \text{ моль} \text{ — } n(KOH)$$

1)  $\omega(KOH)_0$

Расчет масс:

$$M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(KOH) = 129.92 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 222.66 \text{ г}$$

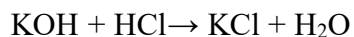
$$m(\text{раствора}) = 129.92 + 222.66 = 352.58 \text{ г}$$

Массовая доля КОН:

$$\omega(\text{KOH})_0 = 129.92/352.58 \times 100\% = 36.8\%$$

2)  $m(\text{HCl})_{\text{раствора}}$

Реакция нейтрализации:



Из уравнения:  $n(\text{HCl}) = n(\text{KOH}) = 2.32$  моль

$$M(\text{HCl}) = 36.5 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{чистый}} = 2.32 \times 36.5 = 84.68 \text{ г}$$

При массовой доле  $\omega(\text{HCl}) = 30.5\%$ :

$$m(\text{HCl})_{\text{раствора}} = 84.68/30.5 \times 100 = 277.6 \text{ г}$$

3)  $\omega(\text{KCl})$

Образование KCl:

$$n(\text{KCl}) = n(\text{KOH}) = 2.32 \text{ моль}$$

$$M(\text{KCl}) = 74.5 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{KCl}) = 2.32 \times 74.5 = 172.84 \text{ г}$$

Масса конечного раствора:

$$m(\text{раствора}) = m(\text{исходный}) + m(\text{HCl})_{\text{раствора}} = 352.58 + 277.6 = 630.18 \text{ г}$$

Массовая доля KCl:

$$\omega(\text{KCl}) = 172.84/630.18 \times 100\% = 27.4\%$$

**Итоговые ответы:**

1) 36.8%

2) 277.6 г

3) 27.4%

**Комментарий к проверке:** ответы у школьников могут немного отличаться в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл.

**Комментарий к проверке:** решения, которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

**Критерии оценивания:**

|                                                                                                                    |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Правильная запись системы линейных уравнений для атомов водорода и кислорода или аналога системы через моли</b> | <b>5 балла</b>   |
| <b>Определение массовой доли гидроксида калия</b>                                                                  | <b>4 балла</b>   |
| <b>Запись уравнения кислотно-основной реакции</b>                                                                  | <b>4 балла</b>   |
| <b>Определение массы раствора кислоты</b>                                                                          | <b>4 балла</b>   |
| <b>Определение массовой доли хлорида калия</b>                                                                     | <b>4 балла</b>   |
| <b>Всего</b>                                                                                                       | <b>21 баллов</b> |

## Задача 2

Пусть растворимость при 100 °С, 40 °С, 25 °С равны соответственно  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ . И массы солей при этих температурах, растворенные в  $m(\text{воды})$ , равны  $m_0$ ,  $m_1$ ,  $m_2$

$$\frac{S_0}{100} = \frac{m_0}{m(\text{воды})}, \frac{S_1}{100} = \frac{m_1}{m(\text{воды})}, \frac{S_2}{100} = \frac{m_2}{m(\text{воды})}$$

Выражаем изменения массы раствора

$$\Delta m_{40} = m_0 - m_1 = m(\text{воды}) \left( \frac{S_0 - S_1}{100} \right)$$

$$\Delta m_{25} = m_0 - m_2 = m(\text{воды}) \left( \frac{S_0 - S_2}{100} \right)$$

Составляем систему уравнений

$$\begin{cases} m(\text{воды}) \left( \frac{S_0 - 115.3}{100} \right) = 43.73 \\ m(\text{воды}) \left( \frac{S_0 - 100.5}{100} \right) = 51.04 \end{cases} \quad \begin{cases} S_0 = 203.8 \text{ г} \\ m(\text{воды}) = 49.39 \text{ г} \end{cases}$$

$$m_0 = m(\text{воды}) \frac{S_0}{100}$$

$$m(p - \text{ра}) = m_0 + m(\text{воды}) =$$

$$= m(\text{воды}) \cdot \left( 1 + \frac{S_0}{100} \right) = 49.39 \cdot \left( 1 + \frac{203.8}{100} \right) = 150 \text{ г}$$

**Ответ:** растворимость (на 100 г воды)  $\text{NaClO}_3$  при 100 °С = 203.8 г; масса начального раствора = 150 г

**Комментарий к проверке:** ответы у школьников могут немного отличаться в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл.

**Комментарий к проверке:** решения, которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

**Комментарий к проверке:** решать подобные задачи через массовые доли слишком грубо, засчитывать решения только через соотношения  $\frac{m(\text{соли})}{m(\text{воды})}$ .

**Критерии оценивания:**

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Запись системы уравнений (как в решении или ей подобной) через соотношение масс соли и воды | 8 баллов  |
| Определение растворимости на 100 г воды                                                     | 5 балла   |
| Определение массы начального раствора                                                       | 5 балла   |
| Всего                                                                                       | 18 баллов |

### Задача 3

Одним из наиболее простых входов в задачу является информация о простом веществе желтого цвета, молекулы которого имеют циклическое строение – это сера.

Также понять, что речь идет о сере можно, анализируя массовую долю кислорода в веществе **В**. Вещество **В** получается при сгорании вещества **А** в кислороде, скорее всего это оксид.  $A(X) = (16n/0.5-16n)$ , где  $n$  – степень окисления элемента в оксиде. При  $n=4$  получаем атомную массу серы.

С другой стороны к определению серы можно было подойти и со стороны газа с запахом тухлых яиц – это сероводород.

Сернистый газ (запах горелых спичек) может быть доокислен кислородом при нагревании в присутствии высшего оксида ванадия до серного ангидрида, который при взаимодействии с водой дает в качестве продукта серную кислоты. Конечно, черную кислоту этим методом никто не получает из-за высокой экзотермичности данной реакции. На следующей стадии серную кислоту вводят в реакцию с эквимольным количеством щелочи, что приводит к образованию кислой соли – гидросульфата калия, т.к. серная кислота двухосновная. Итак, мы отгадали вещества **А, Б, В, Г, Е, И**.

Про вещество **Д** нам известно массовое содержание кислорода и что в его состав входит три элемента-неметалла, очевидно это сера, кислород и хлор. Рассчитаем молекулярную массу соединения в расчете на один атом кислорода  $16/0.237=67.5$  г/моль. Это значение слишком мало, т.к. атомные массы серы и хлора в сумме дают как раз 67.5 г/моль, а ведь еще есть кислород. Рассчитаем в предположении, что в состав входит два атома кислорода – 135 г/моль вычтем две атомные массы кислорода и одну массу серы и получим атомную массу двух атомов хлора. Итак, соединение **Д** – хлористый сульфурил.

К соединению **Ж** можно прийти подобными рассуждениями. **Ж** – хлористый тионил, вещество которое является сильным водоотнимающим агентом, что собственно оно и делает в реакции с кристаллогидратами.

Для установления соединения **К** достаточно внимательно прочитать условие о строении аниона, анион образован двумя тетраэдрами сочлененными по вершине (сульфат-ион имеет тетраэдрическое строение). Т.о. анион в **К** это  $S_2O_7^{2-}$  - пиросульфат (получают пиролизом кислых солей) или дисульфат анион.

**Х** - S

**А** – S или  $S_8$

**Б** –  $\text{H}_2\text{S}$

**В** –  $\text{SO}_2$

**Г** –  $\text{SO}_3$

**Д** –  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$

**Е** –  $\text{H}_2\text{SO}_4$

**Ж** –  $\text{SOCl}_2$

**З** –  $\text{CuSO}_4$

**И** –  $\text{KHSO}_4$

**К** –  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$

1.  $\text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
2.  $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
4.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$
5.  $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2$
6.  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
7.  $\text{SO}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
8.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
9.  $2\text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
10.  $\text{SO}_2 + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{SOCl}_2 + \text{POCl}_3$
11.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + 5\text{SOCl}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{SO}_2 + 10\text{HCl}$

**Комментарий к проверке:** решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов, рассуждений и подтверждений веществ по математическим данным задачи оценивается **0 баллами**.

**Комментарий к проверке:** если уравнение химической реакции написано без коэффициентов, то ставиться половина баллов за данную реакцию при условии правильного написания продуктов и реагентов.

**Критерии оценивания:**

|                                                                                        |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Элемент X</b>                                                                       | <b>1 балл</b>    |
| <b>Вещества А-К по 1 баллу за вещество</b>                                             | <b>10 баллов</b> |
| <b>Реакции 1-11 по 1 баллу за реакцию (если реакция не уравнена, то по 0.5 баллов)</b> | <b>11 балла</b>  |
| <b>Всего</b>                                                                           | <b>22 балла</b>  |

#### Задача 4

20.90% кремния, т.к. это второй по распространенности в земной коре элемент и речь идёт о силикатах. Конфигурация  $2s^2 2p^4$  соответствует кислороду, которого:  $100 - 20.90 - 13.39 - 18.09 = 47.62\%$

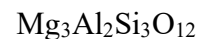
$$Mg : Al : Si : O = 18.09 : 13.39 : 20.90 : 47.62$$

$$Mg : Al : Si : O = \frac{18.09}{24} : \frac{13.39}{27} : \frac{20.90}{28} : \frac{47.62}{16}$$

$$Mg : Al : Si : O = 0.75 : 0.5 : 0.75 : 3$$

$$Mg : Al : Si : O = 3 : 2 : 3 : 12$$

Брутто-формула:



#### Итоговый ответ:



**Комментарий к проверке:** решения, которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

#### Критерии оценивания:

|                                                                                           |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Определение кремния</b>                                                                | <b>2 балла</b>   |
| <b>Массовая доля кислорода</b>                                                            | <b>2 баллов</b>  |
| <b>Запись атомного фактора</b>                                                            | <b>3 балла</b>   |
| <b>Нахождение брутто-формулы минерала (качественный и количественный состав минерала)</b> | <b>3 балла</b>   |
| <b>Всего</b>                                                                              | <b>10 баллов</b> |

#### Задача 5

- 1) Калий
- 2) Натрий
- 3) Кальций
- 4) Сера
- 5) Углерод
- 6) Азот
- 7) Водород
- 8) Железо
- 9) Хлор
- 10) Аргон
- 11) Золото
- 12) Иод

#### Критерии оценивания:

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| <b>За каждое слово по 1 баллу</b> | <b>12 баллов</b> |
| <b>Всего</b>                      | <b>12 баллов</b> |

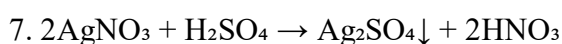
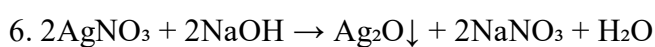
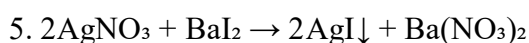
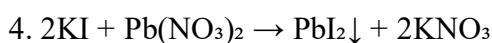
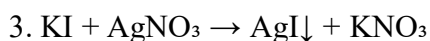
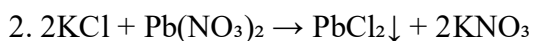
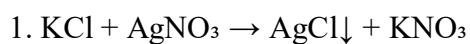
### Задача 6

Один из вариантов рассуждений:

|                                   | KCl               | KI               | AgNO <sub>3</sub>               | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | BaI <sub>2</sub>  | NaOH                | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|
| KCl                               |                   | –                | AgCl                            | PbCl <sub>2</sub>                 | –                 | –                   | –                               |
| KI                                | –                 |                  | AgI                             | PbI <sub>2</sub>                  | –                 | –                   | –                               |
| AgNO <sub>3</sub>                 | AgCl              | AgI              |                                 | –                                 | AgI               | Ag <sub>2</sub> O   | Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | PbCl <sub>2</sub> | PbI <sub>2</sub> | –                               |                                   | PbI <sub>2</sub>  | Pb(OH) <sub>2</sub> | PbSO <sub>4</sub>               |
| BaI <sub>2</sub>                  | –                 | –                | AgI                             | PbI <sub>2</sub>                  |                   | –                   | BaSO <sub>4</sub>               |
| NaOH                              | –                 | –                | Ag <sub>2</sub> O               | Pb(OH) <sub>2</sub>               | –                 |                     | –                               |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>    | –                 | –                | Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | PbSO <sub>4</sub>                 | BaSO <sub>4</sub> | –                   |                                 |

При рассмотрении различных цветов осадков становится ясно, что желтыми осадками являются PbI<sub>2</sub>, AgI; белыми осадками являются сульфаты серебра, свинца, бария, гидроксид свинца и хлорид серебра, а коричневым осадком – Ag<sub>2</sub>O. При этом растворятся в избытке реагента может Pb(OH)<sub>2</sub> в NaOH.

- 1) Таким образом, удобно начать с пункта 5: образуется Ag<sub>2</sub>O и в недостатке белый осадок, т.е. Pb(OH)<sub>2</sub> ⇒ **раствор 5 – это NaOH**
- 2) Тогда получается, что **раствор 4 – это Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**
- 3) Только желтые осадки может образовывать KI ⇒ **раствор 2 – это KI**
- 4) Раствор 6 образует два желтых осадка, т.е. содержит I<sup>–</sup>, также образует белый осадок ⇒ **раствор 6 – это BaI<sub>2</sub>**
- 5) KCl образует 2 белых осадка ⇒ **раствор 3 – это KCl**
- 6) Серная кислота образует 3 белых осадка ⇒ **раствор 7 – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**
- 7) Таким образом, соединения образующие 2 желтых, 3 белых и 1 коричневый осадок – это **AgNO<sub>3</sub> (раствор 1)**



8.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaI}_2 \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
9.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$
10.  $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$
11.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$
12.  $\text{BaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HI}$
13.  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

**Итоговый ответ:**

- 1)  $\text{KCl}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BaI}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) Раствор 1 -  $\text{AgNO}_3$ ; раствор 2 –  $\text{KI}$ ; раствор 3 –  $\text{KCl}$ ; раствор 4 –  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; раствор 5 –  $\text{NaOH}$ ; раствор 6 -  $\text{BaI}_2$ ; раствор 7 –  $\text{H}_2\text{SO}_4$

**Комментарий к проверке:** если уравнение химической реакции написано без коэффициентов, то ставиться половина баллов за данную реакцию при условии правильного написания продуктов и реагентов.

**Критерии оценивания:**

|                                                                                  |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <i>Химическая формула каждого из веществ (по 0.5 балла)</i>                      | <i>3.5 балла</i> |
| <i>Определение номера каждого из веществ (по 1 баллу)</i>                        | <i>7 баллов</i>  |
| <i>Химические реакции по 0.5 балла, если нет коэффициентов, то по 0.25 балла</i> | <i>6.5 балла</i> |
| <i>Всего</i>                                                                     | <i>17 баллов</i> |