

Все вопросы, связанные с проверкой МЭ ВсОШ по предмету «химия», можно задать председателю региональной предметно-методической комиссии всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае Дмитриеву Д.Н.;

Контакты: 89371792774, 89130496521 (телефон), @ddn063 (телеграм, лучше писать здесь)

## **РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЭ ВСОШ ПО ХИМИИ 25/26 ГОДА**

### **8 КЛАСС**

#### **Задача 1**

Дано:

- В растворе KOH число атомов H:  $N_H = 1.63 \times 10^{25}$
- Число атомов O:  $N_O = 8.85 \times 10^{24}$

Анализ атомов:

В молекуле KOH содержится 1 атом H и 1 атом O. В молекуле воды  $H_2O$  2 атома H и 1 атом O.

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:

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

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

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

1)  $\omega(KOH)_0$

Расчет масс:

$$M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(KOH) = 129.92 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 222.66 \text{ г}$$

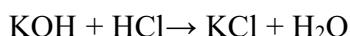
$$m(\text{раствора}) = 129.92 + 222.66 = 352.58 \text{ г}$$

Массовая доля KOH:

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

2)  $m(\text{HCl})_{\text{раствора}}$

Реакция нейтрализации:



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

$M(\text{HCl}) = 36.5$  г/моль

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

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

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

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

Образование KCl:

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

$M(\text{KCl}) = 74.5$  г/моль

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

Масса конечного раствора:

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

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

## Задача 2

Пусть растворимость при 100 °C, 40 °C, 25 °C равны соответственно S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>. И массы солей при этих температурах, растворенные в m(воды), равны m<sub>0</sub>, m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>

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

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

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

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

$$\begin{aligned} m(p - p_a) &= m_0 + m(\text{воды}) = \\ &= m(\text{воды}) \cdot \left( 1 + \frac{S_0}{100} \right) = 49.39 \cdot \left( 1 + \frac{203.8}{100} \right) = 150 \text{ г} \end{aligned}$$

**Ответ:** растворимость (на 100 г воды) NaClO<sub>3</sub> при 100 °C = 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
<b>Всего</b>	<b>18 баллов</b>

### 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 **B**. Вещество **B** получается при сгорании вещества **A** 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 присутствие 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 эквимолярным количеством щелочи, что приводит к образованию кислой соли – гидросульфата калия, т.к. серная кислота двухосновная. Итак, мы отгадали вещества **A, B, D, E, I**.

Про вещество **D** 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 **D** – хлористый сульфурил.

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

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

**X - S**

**A – S** или  $S_8$

**B** – H<sub>2</sub>S

**B** – SO<sub>2</sub>

**G** – SO<sub>3</sub>

**D** – SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

**E** – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**K** – SOCl<sub>2</sub>

**Z** – CuSO<sub>4</sub>

**H** – KHSO<sub>4</sub>

**K** – K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

1. H<sub>2</sub> + S → H<sub>2</sub>S
2. 2H<sub>2</sub>S + 3O<sub>2</sub> → 2SO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O
3. S + O<sub>2</sub> → SO<sub>2</sub>
4. 2SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → 2SO<sub>3</sub>
5. SO<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> → SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>
6. SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
7. SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2HCl
8. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + KOH → KHSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
9. 2KHSO<sub>4</sub> → K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + H<sub>2</sub>O
10. SO<sub>2</sub> + PCl<sub>5</sub> → SOCl<sub>2</sub> + POCl<sub>3</sub>
11. CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O + 5SOCl<sub>2</sub> → CuSO<sub>4</sub> + 5SO<sub>2</sub> + 10HCl

**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 реакции при условии правильного написание продуктов и реагентов.

**Критерии оценивания:**

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

#### 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:*

<i>За каждое слово по 1 баллу</i>	<i>12 баллов</i>
<i>Всего</i>	<i>12 баллов</i>

### 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 растворяется 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, соединение образующие 2 желтых, 3 белых и 1 коричневый осадок – это **AgNO<sub>3</sub> (раствор 1)**
  1. KCl + AgNO<sub>3</sub> → AgCl↓ + KNO<sub>3</sub>
  2. 2KCl + Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> → PbCl<sub>2</sub>↓ + 2KNO<sub>3</sub>
  3. KI + AgNO<sub>3</sub> → AgI↓ + KNO<sub>3</sub>
  4. 2KI + Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> → PbI<sub>2</sub>↓ + 2KNO<sub>3</sub>
  5. 2AgNO<sub>3</sub> + BaI<sub>2</sub> → 2AgI↓ + Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
  6. 2AgNO<sub>3</sub> + 2NaOH → Ag<sub>2</sub>O↓ + 2NaNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O
  7. 2AgNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>↓ + 2HNO<sub>3</sub>

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) 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>
- 2) Раствор 1 - AgNO<sub>3</sub>; раствор 2 – KI; раствор 3 – KCl; раствор 4 – Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; раствор 5 – NaOH; раствор 6 - BaI<sub>2</sub>; раствор 7 – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

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

**Критерии оценивания:**

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