

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 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

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

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:

$$M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(KOH) = 129.92 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 222.66 \text{ г}$$

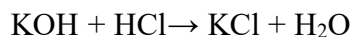
$$m(\text{раствора}) = 129.92 + 222.66 = 352.58 \text{ г}$$

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:

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

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

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

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

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

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

Ответ: растворимость (на 100 г воды) 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 – H_2S

В – SO_2

Г – SO_3

Д – SO_2Cl_2

Е – H_2SO_4

Ж – SOCl_2

З – CuSO_4

И – 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:

<i>Элемент X</i>	<i>1 балл</i>
<i>Вещества А-К 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: $100 - 20.90 - 13.39 - 18.09 = 47.62\%$

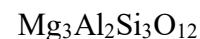
$$Mg : Al : Si : O = 18.09 : 13.39 : 20.90 : 47.62$$

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

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

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

Брутто-формула:



Итоговый ответ:



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

Критерии оценивания:

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

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>

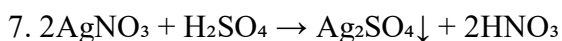
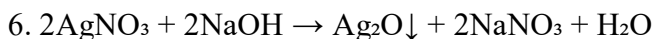
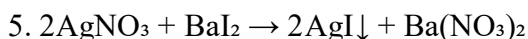
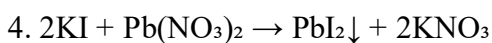
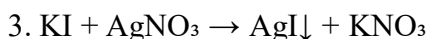
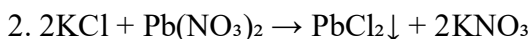
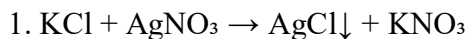
Задача 6

Один из вариантов рассуждений:

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

При рассмотрении различных цветов осадков становится ясно, что желтыми осадками являются PbI₂, AgI; белыми осадками являются сульфаты серебра, свинца, бария, гидроксид свинца и хлорид серебра, а коричневым осадком – Ag₂O. При этом растворятся в избытке реагента может Pb(OH)₂ в NaOH.

- 1) Таким образом, удобно начать с пункта 5: образуется Ag₂O и в недостатке белый осадок, т.е. Pb(OH)₂ ⇒ **раствор 5 – это NaOH**
- 2) Тогда получается, что **раствор 4 – это Pb(NO₃)₂**
- 3) Только желтые осадки может образовывать KI ⇒ **раствор 2 – это KI**
- 4) Раствор 6 образует два желтых осадка, т.е. содержит I⁻, также образует белый осадок ⇒ **раствор 6 – это BaI₂**
- 5) KCl образует 2 белых осадка ⇒ **раствор 3 – это KCl**
- 6) Серная кислота образует 3 белых осадка ⇒ **раствор 7 – H₂SO₄**
- 7) Таким образом, соединения образующие 2 желтых, 3 белых и 1 коричневый осадок – это **AgNO₃ (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) KCl , KI , AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, BaI_2 , NaOH , H_2SO_4
- 2) Раствор 1 - AgNO_3 ; раствор 2 – KI ; раствор 3 – KCl ; раствор 4 – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; раствор 5 – NaOH ; раствор 6 - BaI_2 ; раствор 7 – H_2SO_4

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>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>