



ЗОЛОТОЕ
СЕЧЕНИЕ

ФОНД ПОДДЕРЖКИ
ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ
И МОЛОДЁЖИ

ВС{Э}Ш

Разбор заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по химии для 9 класса

2025/2026 учебного года
в Свердловской области

Разработчик –
Усачев Сергей
Александрович, к.х.н., доцент,
ИЕНиМ УрФУ



Задача 1



Вопрос 1

Определите формулу тяжелого шпата, ответ подтвердите расчетами.

Если выразить массу вступившей в реакцию с оксидом кислоты, то можно найти массу образовавшейся воды:



$$m(\text{к-ты}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 21 \cdot 0,07 = 1,47 \text{ г}; m(H_2O) = m(MO) + m(H_2X) - m(MX) = 0,27 \text{ г}.$$

Количество вещества всех участников реакции равно $n(H_2O) = 0,27 : 18 = 0,015$ моль

Откуда найдем молярные массы металла и кислотного остатка:

$$A_r(M) = 2,3 : 0,015 - 16 = 137,33 \text{ (г/моль)}, \text{ следовательно металл – барий.}$$

$$M(H_2X) = 1,47 : 0,015 = 98 \text{ (г/моль)}$$

Барий образует нерастворимый сульфат, что согласуется с молярной массой кислоты. Тяжелый шпат – это **сульфат бария**, $BaSO_4$.



Вопрос 2

Определите формулу мумии, ответ подтвердите расчетами.

Мумия – оксид металла M_2O_x . Из данных по восстановлению водородом вычислим массовые доли металла и кислорода:

$$\omega(M) = 7 : 10 \cdot 100\% = 70\%; \omega(O) = 100\% - 70\% = 30\%.$$

Из массовых долей вычисляем соотношение между атомным весом металла и его валентностью:

$$2 : x = (70 : A_r(M)) : (30 : 16)$$

$$A_r(M) = 18,67x.$$

Перебирая валентность получаем, что мумия – это **оксид железа(III)**. Fe_2O_3





Вопрос 3

Напишите уравнения реакций 1–5

- $\text{CaCO}_3 + 2 \text{RCOOH} = (\text{RCOO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$
- $\text{BaSO}_4 + 2 \text{HI} = \text{BaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ или
 $2\text{BaSO}_4 + 2 \text{HI} = \text{BaI}_2 + \text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} = 2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{NaOH} = 2 \text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Задача 2



Вопрос 1 и 2

Выразите молярную концентрацию свинца и марганца в НФ-1

Выразим концентрацию через известные величины:

$$c = v : V = (m : A_r) : V = (m_{\text{п-па}} \cdot \omega : A_r) : V = (\rho_{\text{п-па}} \cdot V \cdot \omega : A_r) : V = \rho_{\text{п-па}} \cdot \omega : A_r$$

$$c(\text{Pb}) = 840 \cdot 0,047 : 207 = 0,191 \text{ (моль/л); } c(\text{Mn}) = 840 \cdot 0,011 : 55 = 0,168 \text{ (моль/л)}$$

Запишите в общем виде (выраженные через n) молярную массу солей, присутствующих в сиккативе.

У обоих металлов наиболее стабильной степенью окисления является +2.

Тогда формулы солей – $\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2$ и $\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2$.

$$\begin{aligned} \cdot M(\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) &= 55 + 2 \cdot (12 \cdot n + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 2) = \\ &= 28n + 145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot M(\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) &= 207 + 2 \cdot (12 \cdot n + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 2) = \\ &= 28n + 297 \end{aligned}$$



Вопрос 3

Считая, что нелетучими компонентами сиккатива НФ-1 выступают только соли свинца и марганца, **определите формулу их общего кислотного остатка**

Масса нелетучих веществ в 1 литре сиккатива составит:

$$m = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 840 \cdot 0,18 = 151,2 \text{ (г)}$$

Масса каждой из солей в этом объеме составит:

$m = v \cdot M = c \cdot V \cdot M = c \cdot M$, тогда общая масса солей

$$m = m(\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) + m(\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) =$$

$$= 0,168 \cdot (28n + 145) + 0,191 \cdot (28n + 297) = 10n + 81$$

Можно составить линейное уравнение и решить относительно n :

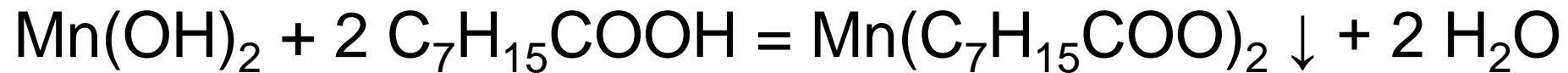
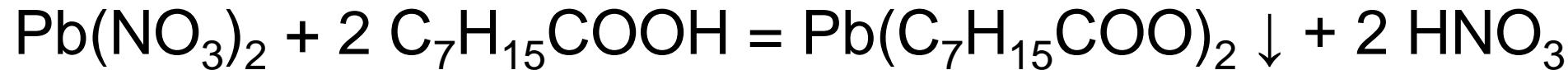
$$10n + 81 = 151,2 ; 10n = 70,2 ; n = 7.$$

Формула кислотного остатка – $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO}$



Вопрос 4 и 5

Приведите уравнения реакций получения солей.



Определите неизвестный металл, ответ подтвердите расчетами.

$$n(\text{соли}) = n(\text{металла}) = n(\text{Трилона Б})$$

$$n = c \cdot V = 0,100 \cdot 0,002 = 0,0002 \text{ (моль)}$$

Тогда молярная масса ацетата

$$M = m : v = 0,0498 : 0,0002 = 249 \text{ (г/моль)}$$





Вопрос 5 и 6

Формула соли в общем виде $M(CH_3COO)_x \cdot 4H_2O$.

$$M(M(CH_3COO)_x \cdot 4H_2O) = A_r(M) + 59x + 4 \cdot 18 = A_r(M) + 59x + 72$$

$$A_r(M) = 249 - 72 - 59x = 177 - 59x.$$

Подставим $x = 1$, $A_r(M) = 118$, близко к олову, но не соответствует валентность. При $x = 2$, $A_r(M) = 59$, соответствует **кобальту**. Другие x не имеют физического смысла.

Какая общая особенность свойств металлов, используемых в сиккативах, позволяет им катализировать реакцию полимеризации?

Общая особенность этих металлов – **переменная валентность**.

Кислород воздуха окисляет их до неустойчивой степени окисления, что провоцирует их взаимодействие с ненасыщенными жирами.

Задача 3



Вопрос 1



Определите содержание каждой пробирки. Приведите уравнения реакций, имеющих аналитический эффект.

| | Ba(OH) ₂ | NaOH | MgI ₂ | ZnSO ₄ | Pb(NO ₃) ₂ |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Ba(OH) ₂ | | — | Белый ↓ | Белый ↓ | Белый ↓ |
| NaOH | — | | Белый ↓ | Белый ↓ раств. в изб. NaOH | Белый ↓ |
| MgI ₂ | Белый ↓ | Белый ↓ | | — | Желтый ↓ |
| ZnSO ₄ | Белый ↓ | Белый ↓ раств. в изб. NaOH | — | | Белый ↓ |
| Pb(NO ₃) ₂ | Белый ↓ | Белый ↓ | Желтый ↓ | Белый ↓ | |

Из таблицы видно, что со всеми остальными реагентами осадок образует только Pb(NO₃)₂. Два белых и желтый осадок образует только MgI₂. Три белых осадка образуют Ba(OH)₂, NaOH и ZnSO₄, но в паре NaOH – ZnSO₄ происходит растворение осадка при добавлении избытка NaOH (это и позволяет сделать различие между ними).

Вопрос 2

Уравнения реакций:

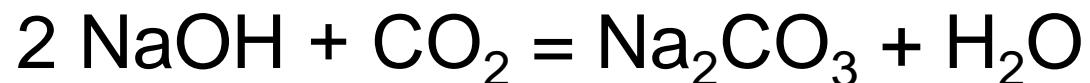
- 1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{MgI}_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaI}_2$
- 2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{ZnSO}_4 = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$
- 3) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- 4) $2 \text{NaOH} + \text{MgI}_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{NaI}$
- 5) $2 \text{NaOH} + \text{ZnSO}_4 = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 6) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- 7) $\text{NaOH} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{NaNO}_3$
- 8) $\text{MgI}_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbI}_2 \downarrow + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
- 9) $\text{ZnSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbSO}_4 \downarrow + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$



Вопрос 3

Какая это пара реагентов, и каковы причины образования осадка? Приведите соответствующие уравнения реакций.

Это пара NaOH и $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Гидроксид натрия реагирует с углекислым газом из воздуха без видимых изменений. Образовавшийся карбонат натрия будет реагировать с гидроксидом бария.



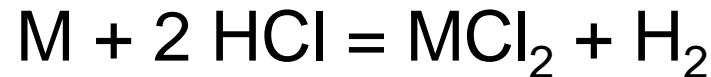
Задача 4



Вопрос 1

Напишите формулы всех неизвестных веществ. Для металла **М** предположение подтвердите расчетами.

Уравнение реакции взаимодействия металла с кислотой:



$v(M) = v(H_2) = V : V_m = 0,515 : 22,4 = 0,023$ (моль), тогда можно вычислить атомный вес металла.

$A_r(M) = m : v = 1,5 : 0,023 = 65$ (г/моль), что соответствует цинку.

М: Zn; **А:** S; **Б:** ZnS; **В:** H_2SO_4 ; **Г:** $ZnSO_4$;

Д: H_2S ; **Е:** I_2 ; **Ж:** HI





Вопрос 2

Напишите уравнения реакций 1–6.

- $\text{Zn} + \text{S} = \text{ZnS}$
- $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2 \text{HI} + \text{S}$
- $8 \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + 4 \text{I}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{Ag} + 4 \text{HI} = 2 \text{H}[\text{AgI}] + \text{H}_2$
- $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$



Задача 5

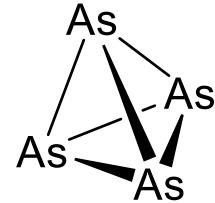
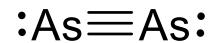


Вопрос 1–3

- Приведите полную электронную конфигурацию мышьяка.



- В газовой фазе в зависимости от температуры мышьяк может образовывать молекулы состава As_2 и As_4 . Изобразите структурные формулы этих молекул.



- Укажите высшую и низшую возможные степени окисления мышьяка.

Низшая степень окисления: -3

Высшая степень окисления: $+5$



Вопрос 4—6

- Приведите по одной формуле соединений мышьяка, в которых он находится в высшей и низшей степени окисления.

Низшая степень окисления: Na_3As (или другой арсенид металла)

Высшая степень окисления: Na_3AsO_4 или As_2O_5 или AsF_5

- Какова степень окисления мышьяка в FeAsS ?

При вычислении степени окисления учитываем, что у железа она должна быть +2, тогда на мышьяк приходится -1

- Приведите уравнения реакций, протекающих при нагревании FeAsS в отсутствие кислорода, при обжиге FeAsS в условиях ограниченного содержания кислорода и в условиях избытка кислорода.



Вопрос 7

Определите эмпирическую формулу пигmenta, ответ подтвердите расчетами.

Исходя из продуктов, состав «зелени Шееле» можно представить в виде $\text{Cu}_a\text{H}_b\text{As}_c\text{O}_d$, тогда можем выразить соотношение элементов в ней:

$$v(\text{Cu}) = v(\text{CuO}) = m : M = 0,212 : 79,5 = 2,66 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{H}) = 2 \cdot v(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,024 : 18 = 2,66 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{As}) = 2 \cdot v(\text{As}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,264 : 198 = 2,66 \text{ (моль)}$$

$$\begin{aligned} v(\text{O}) &= v(\text{CuO}) + v(\text{H}_2\text{O}) + 3 \cdot v(\text{As}_2\text{O}_3) = 2,66 + 1,33 + 3 \cdot 1,33 = \\ &= 7,98 \text{ (моль)}. \end{aligned}$$

$$a : b : c : d = 2,66 : 2,66 : 2,66 : 7,98 = 1 : 1 : 1 : 3$$

Формула пигmenta CuHAsO_3





Вопрос 8

Приведите уравнение реакции между «зеленью Шееле» и горячим гидроксидом натрия.

