

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ
ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА**

Критерии и методика оценивания заданий

9 класс

Задача 1. Сургуч

№	Содержание ответа	Число баллов
1	<p>Реакция основного оксида с кислотой: $MO + H_2X = MX + H_2O$.</p> <p>Масса вступившей в реакцию кислоты: $m = m_{p-ра} \cdot \omega = 21 \cdot 0,07 = 1,47 \text{ (г)}$</p> <p>Масса образовавшейся в ходе реакции воды: $m(H_2O) = m(MO) + m(H_2X) - m(MX) = 2,3 + 1,47 - 3,5 = 0,27 \text{ (г)}$. $\nu(H_2O) = 0,27 : 18 = 0,015 \text{ (моль)}$</p> <p>Молярная масса оксида и атомный вес металла: $M(MO) = 2,3 : 0,015 = 153,33 \text{ (г/моль)}$ $A_r(M) = 153,33 - 16 = 137,33 \text{ (г/моль)}$, следовательно металл – барий.</p> <p>Молярная масса кислоты: $M(H_2X) = 1,47 : 0,015 = 98 \text{ (г/моль)}$ Барий образует нерастворимый сульфат, что согласуется с молярной массой кислоты. Тяжелый шпат – это сульфат бария.</p>	<p>Записано уравнение в общем виде: 1 балл</p> <p>Вычислена масса кислоты: 1 балл</p> <p>Вычислено количество воды: 1 балл</p> <p>Определен металл: 2 балла</p> <p>Определен кислотный остаток: 1 балл</p> <p><i>Если сульфат бария предположен по свойствам без расчетов ставится</i> 2 балла</p> <p><i>Если сульфат бария предположен по свойствам и приводится расчет реакции его образования ставится полный балл (6 баллов)</i></p>
2	<p>Формулу пигмента мумия в общем виде можно выразить как M_2O_x. Из данных по восстановлению водородом можем вычислить массовые доли металла и кислорода в нем: $\omega(M) = 7 : 10 \cdot 100\% = 70\%$; $\omega(O) = 100\% - 70\% = 30\%$.</p> <p>Из массовых долей вычисляем соотношение между атомным весом металла и его валентностью: $2 : x = (70 : A_r(M)) : (30 : 16)$ $A_r(M) = 18,67x$.</p> <p>Перебирая валентность получаем, что мумия – это оксид железа(III).</p>	<p>Определен состав пигмента: 4 балла</p>

3	Реакции 1–5. 1) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{RCOOH} = (\text{RCOO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ 3) Иодоводородная кислота является очень сильной и может вытеснить даже серную из её солей $\text{BaSO}_4 + 2 \text{HI} = \text{BaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ или $2\text{BaSO}_4 + 2 \text{HI} = \text{BaI}_2 + \text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} = 2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ 5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{NaOH} = 2 \text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла за каждое уравнение реакции, (всего 10 баллов)
	Итого	20 баллов

ЗАДАЧА 2. Живопись

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Выразим концентрацию через известные величины: $m = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = \rho_{\text{р-ра}} \cdot V \cdot \omega$, тогда их количество вещества $c(\text{Pb}) = \nu : V = (m : A_r) : V = (m_{\text{р-ра}} \cdot \omega : A_r) : V =$ $= (\rho_{\text{р-ра}} \cdot V \cdot \omega : A_r) : V = \rho_{\text{р-ра}} \cdot \omega : A_r$ $c(\text{Pb}) = 840 \cdot 0,047 : 207 = 0,191$ (моль/л) $c(\text{Mn}) = 840 \cdot 0,011 : 55 = 0,168$ (моль/л)	по 1 баллу (всего 2 балла)
2	У обоих металлов наиболее стабильной степенью окисления является +2 (подсказкой может быть таблица растворимости). Тогда формулы солей – $\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2$ и $\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2$. Молярная масса вычисляется как сумма всех атомных масс: $M(\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) = 55 + 2 \cdot (12 \cdot n + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 2) =$ $= 28n + 145$ $M(\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) = 207 + 2 \cdot (12 \cdot n + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 2) =$ $= 28n + 297$	за каждую формулу соли по 1 баллу (всего 2 балла) за каждое выражение для молярной массы по 1 баллу (всего 2 балла)
3	Масса нелетучих веществ в 1 литре сиккатива составит: $m = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 840 \cdot 0,18 = 151,2$ (г) Масса каждой из солей в этом объеме составит: $m = \nu \cdot M = c \cdot V \cdot M = c \cdot M$, 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 – $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO}$	5 баллов

4	<p>Реакции получения солей:</p> $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH} = \text{Pb}(\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO})_2 \downarrow + 2 \text{HNO}_3$ $\text{Mn}(\text{OH})_2 + 2 \text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH} = \text{Mn}(\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO})_2 \downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>Засчитываются также реакции, записанные через общую формулу кислоты (RCOOH).</p>	<p>2 балла за каждое уравнение реакции, (всего 4 балла)</p>
5	<p>Количество вещества соли равно количеству вещества металла, а у него, в свою очередь, равно количеству вещества Трилона Б. $\nu = c \cdot V = 0,100 \cdot 0,002 = 0,0002$ (моль)</p> <p>Тогда молярная масса ацетата $M = m : \nu = 0,0498 : 0,0002 = 249$ (г/моль)</p> <p>Формула соли в общем виде $M(\text{CH}_3\text{COO})_x \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Выразим ее молярную массу: $M(M(\text{CH}_3\text{COO})_x \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = A_r(M) + 59x + 4 \cdot 18 = A_r(M) + 59x + 72 = 249$.</p> <p>Выразим атомный вес металла: $A_r(M) = 249 - 72 - 59x = 177 - 59x$. 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.</p>	<p>за расчет молярной массы соли 2 балла</p> <p>за определение металла 2 балла</p>
6	<p>Общая особенность этих металлов – переменная валентность. Кислород воздуха окисляет их до неустойчивой степени окисления, что провоцирует их взаимодействие с ненасыщенными жирами.</p>	1 балл
	Итого	20 баллов

ЗАДАЧА 3. Воображение

Составим таблицу признаков реакций при попарном смешении реактивов:

	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	NaOH	MgI_2	ZnSO_4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$		–	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 ↓
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	Белый ↓	Белый ↓	Желтый ↓	Белый ↓	

Из таблицы видно, что со всеми остальными реагентами осадок образует только $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Два белых и желтый осадок образует только MgI_2 . Три белых осадка образуют $\text{Ba}(\text{OH})_2$, NaOH и ZnSO_4 , но в паре $\text{NaOH} - \text{ZnSO}_4$ происходит растворение осадка при добавлении избытка NaOH (это и позволяет сделать различие между ними).

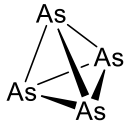
№	Содержание ответа	Число баллов
1	Указаны особенности реакций для каждого вещества.	по 1 баллу (всего 5 баллов)
2	Уравнения реакций:	по 1 баллу

	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) $\text{ZnSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbSO}_4 \downarrow + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	(всего 9 баллов)
3	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. $2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \text{NaOH} + \text{BaCO}_3 \downarrow$	2 балла за указание пары веществ по 1 баллу за уравнения реакций (всего 4 балла)
	Итого	18 баллов

Задача 4. Связь

№	Содержание ответа	Число баллов
1	Уравнение реакции взаимодействия металла с кислотой: $\text{M} + 2 \text{HCl} = \text{MCl}_2 + \text{H}_2$ $\nu(\text{M}) = \nu(\text{H}_2) = \text{V}$: $\text{V}_\text{m} = 0,515 : 22,4 = 0,023$ (моль), тогда можно вычислить атомный вес металла. $A_\text{r}(\text{M}) = m : \nu = 1,5 : 0,023 = 65$ (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	3 балла за вычисление атомного веса металла по 1 баллу за каждое вещество А–Ж (всего 7 баллов)
2	Реакций 1–6: 1) $\text{Zn} + \text{S} = \text{ZnS}$ 2) $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ 3) $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2 \text{HI} + \text{S}$ 4) $8 \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + 4 \text{I}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ 5) $2 \text{Ag} + 4 \text{HI} = 2 \text{H}[\text{AgI}_2] + \text{H}_2$ 6) $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$	по 2 балла (всего 12 баллов)
	Итого	22 балла

Задача 5. Мышьяк

№	Содержание ответа	Число баллов
1	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$	1 балл
2	As_2 As_4 $:As \equiv As:$ 	по 1 баллу (всего 2 балла)
3	Низшая степень окисления: –3 Высшая степень окисления: +5	по 0,5 балла (всего 1 балл)
4	Низшая степень окисления: Na_3As (или другие арсениды металлов) Высшая степень окисления: Na_3AsO_4 или As_2O_5 или AsF_5 Засчитывается любое химически верное соединение	по 1 баллу (всего 2 балла)
5	При вычислении степени окисления учитываем, что у железа она должна быть +2, тогда на мышьяк приходится –1	1 балл
6	Уравнения реакций: $FeAsS = FeS + As$ (без кислорода) $4 FeAsS + 3 O_2 = 4 FeS + 2 As_2O_3$ (соотношение 1 : 0,75) $2 FeAsS + 5 O_2 = Fe_2O_3 + As_2O_3 + 2 SO_2$ (соотношение 1 : 2,5)	по 2 балла (всего 6 баллов)
7	Исходя из продуктов, состав «зелени Шееле» можно представить в виде $Cu_a H_b As_c O_d$, тогда можем выразить соотношение элементов в ней: $v(Cu) = v(CuO) = m : M = 0,212 : 79,5 = 2,66$ (моль) $v(H) = 2 \cdot v(H_2O) = 2 \cdot 0,024 : 18 = 2,66$ (моль) $v(As) = 2 \cdot v(As_2O_3) = 2 \cdot 0,264 : 198 = 2,66$ (моль) $v(O) = v(CuO) + v(H_2O) + 3 \cdot v(As_2O_3) = 2,66 + 1,33 + 3 \cdot 1,33 = 7,98$ (моль). $a : b : c : d = 2,66 : 2,66 : 2,66 : 7,98 = 1 : 1 : 1 : 3$ Формула пигмента $CuHAsO_3$	4 балла
8	$2 CuHAsO_3 + 6 NaOH = Cu_2O + Na_3AsO_4 + Na_3AsO_3 + 4 H_2O$	3 балла
	Итого	20 баллов