

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ  
ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА**  
**Критерии и методика оценивания заданий**  
**9 класс**

**Задача 1. Сургуч**

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

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | <b>Реакции 1–5.</b>   | <b>2 балла</b><br>за каждое уравнение<br>реакции,<br><i>(всего 10 баллов)</i> |
|   | 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<br>$\text{BaSO}_4 + 2 \text{HI} = \text{BaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ или<br>$2\text{BaSO}_4 + 2 \text{HI} = \text{BaI}_2 + \text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ |   |
|   | 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} = 2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$  |   |
|   | 5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{NaOH} = 2 \text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  |   |
|   | <b>Итого</b>  | <b>20 баллов</b>  |

## ЗАДАЧА 2. Живопись

| № | Содержание ответа  | Число баллов   |
|---|--|--|
| 1 | <p>Выразим концентрацию через известные величины:</p> $m = m_{\text{p-pa}} \cdot \omega = \rho_{\text{p-pa}} \cdot V \cdot \omega$ , тогда их количество вещества<br>$c(\text{Pb}) = v : V = (m : A_r) : V = (m_{\text{p-pa}} \cdot \omega : A_r) : V =$<br>$= (\rho_{\text{p-pa}} \cdot V \cdot \omega : A_r) : V = \rho_{\text{p-pa}} \cdot \omega : A_r$<br>$c(\text{Pb}) = 840 \cdot 0,047 : 207 = 0,191$ (моль/л)<br>$c(\text{Mn}) = 840 \cdot 0,011 : 55 = 0,168$ (моль/л)   | по 1 баллу<br><i>(всего 2 балла)</i>   |
| 2 | <p>У обоих металлов наиболее стабильной степенью окисления является +2 (подсказкой может быть таблица растворимости). Тогда формулы солей – <math>\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2</math> и <math>\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2</math>.</p> <p>Молярная масса вычисляется как сумма всех атомных масс:</p> $\begin{aligned} M(\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) &= 55 + 2 \cdot (12 \cdot n + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 2) = \\ &= 28n + 145 \end{aligned}$ $\begin{aligned} M(\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) &= 207 + 2 \cdot (12 \cdot n + (2n + 1) \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 2) = \\ &= 28n + 297 \end{aligned}$ | за каждую формулу соли<br>по 1 баллу<br><i>(всего 2 балла)</i><br><br>за каждое выражение для молярной массы<br>по 1 баллу<br><i>(всего 2 балла)</i> |
| 3 | <p>Масса нелетучих веществ в 1 литре сиккатива составит:</p> $m = m_{\text{p-pa}} \cdot \omega = 840 \cdot 0,18 = 151,2$ (г)<br><p>Масса каждой из солей в этом объеме составит:</p> $m = v \cdot M = c \cdot V \cdot M = c \cdot M$ , тогда общая масса солей<br>$m = m(\text{Mn}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) + m(\text{Pb}(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2) =$<br>$= 0,168 \cdot (28n + 145) + 0,191 \cdot (28n + 297) = 10n + 81$<br><p>Можно составить линейное уравнение и решить относительно n:</p> $10n + 81 = 151,2 ; 10n = 70,2 ; n = 7.$<br><p>Формула кислотного остатка – <math>\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO}</math></p>                                   | <b>5 баллов</b>  |

|              |   |  |
|--------------|---|--|
| 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 (<math>\text{RCOOH}</math>).</p>   | <p><b>2 балла</b><br/>за каждое уравнение реакции,<br/>(всего <b>4 балла</b>)</p>                        |
| 5            | <p>Количество вещества соли равно количеству вещества металла, а у него, в свою очередь, равно количеству вещества Трилона Б. <math>v = c \cdot V = 0,100 \cdot 0,002 = 0,0002</math> (моль)</p> <p>Тогда молярная масса ацетата <math>M = m : v = 0,0498 : 0,0002 = 249</math> (г/моль)</p> <p>Формула соли в общем виде <math>M(\text{CH}_3\text{COO})_x \cdot 4\text{H}_2\text{O}</math>. Выразим ее молярную массу: <math>M(\text{M}(\text{CH}_3\text{COO})_x \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{M}) + 59x + 4 \cdot 18 = = A_r(\text{M}) + 59x + 72 = 249</math>.</p> <p>Выразим атомный вес металла: <math>A_r(\text{M}) = 249 - 72 - 59x = = 177 - 59x</math>. Подставим <math>x = 1</math>, <math>A_r(\text{M}) = 118</math>, близко к олову, но не соответствует валентность. При <math>x = 2</math>, <math>A_r(\text{M}) = 59</math>, соответствует <b>кобальту</b>. Другие <math>x</math> не имеют физического смысла.</p> | <p>за расчет молярной массы соли<br/><b>2 балла</b></p> <p>за определение металла<br/><b>2 балла</b></p> |
| 6            | <p>Общая особенность этих металлов – <b>переменная валентность</b>. Кислород воздуха окисляет их до неустойчивой степени окисления, что провоцирует их взаимодействие с ненасыщенными жирами.</p>   | <b>1 балл</b>  |
| <b>Итого</b> |   | <b>20 баллов</b>   |

### ЗАДАЧА 3. Воображение

Составим таблицу признаков реакций при попарном смешении реагентов:

|                            | $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | $\text{NaOH}$  | $\text{MgI}_2$      | $\text{ZnSO}_4$                                      | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ |
|----------------------------|--------------------------|--|---------------------|--|----------------------------|
| $\text{Ba}(\text{OH})_2$   |                          | –  | Белый $\downarrow$  | Белый $\downarrow$                                   | Белый $\downarrow$         |
| $\text{NaOH}$              | –                        |  | Белый $\downarrow$  | Белый $\downarrow$<br>раств. в изб.<br>$\text{NaOH}$ | Белый $\downarrow$         |
| $\text{MgI}_2$             | Белый $\downarrow$       | Белый $\downarrow$                                   |                     | –  | Желтый $\downarrow$        |
| $\text{ZnSO}_4$            | Белый $\downarrow$       | Белый $\downarrow$<br>раств. в изб.<br>$\text{NaOH}$ | –                   |  | Белый $\downarrow$         |
| $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ | Белый $\downarrow$       | Белый $\downarrow$                                   | Желтый $\downarrow$ | Белый $\downarrow$                                   |                            |

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

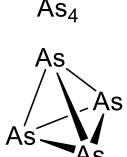
| <b>№</b> | <b>Содержание ответа</b>                          | <b>Число баллов</b>                           |
|----------|---|---|
| 1        | Указаны особенности реакций для каждого вещества. | по <b>1 баллу</b><br>(всего <b>5 баллов</b> ) |
| 2        | Уравнения реакций:                                | по <b>1 баллу</b>                             |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | 1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{MgI}_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaI}_2$<br>2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{ZnSO}_4 = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$<br>3) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$<br>4) $2 \text{NaOH} + \text{MgI}_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{NaI}$<br>5) $2 \text{NaOH} + \text{ZnSO}_4 = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$<br>6) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$<br>7) $\text{NaOH} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{NaNO}_3$<br>8) $\text{MgI}_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbI}_2 \downarrow + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$<br>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 $\text{NaOH}$ 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.<br>$2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$<br>$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \text{NaOH} + \text{BaCO}_3 \downarrow$  | <b>2 балла</b> за указание пары веществ<br>по <b>1 баллу</b> за уравнения реакций<br>(всего 4 балла) |
|   | <b>Итого</b>  | <b>18 баллов</b>   |

#### Задача 4. Связь

| № | Содержание ответа   | Число баллов  |
|---|---|---|
| 1 | Уравнение реакции взаимодействия металла с кислотой:<br>$\text{M} + 2 \text{HCl} = \text{MCl}_2 + \text{H}_2$<br>$v(\text{M}) = v(\text{H}_2) = V: V_m = 0,515 : 22,4 = 0,023$ (моль), тогда можно вычислить атомный вес металла.<br>$A_r(\text{M}) = m : v = 1,5 : 0,023 = 65$ (г/моль), что соответствует цинку.<br><br><b>M: Zn;</b><br><b>A: S;</b><br><b>Б: ZnS;</b><br><b>В: <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>;</b><br><b>Г: <math>\text{ZnSO}_4</math>;</b><br><b>Д: <math>\text{H}_2\text{S}</math>;</b><br><b>Е: <math>\text{I}_2</math>;</b><br><b>Ж: HI</b> | <b>3 балла</b> за вычисление атомного веса металла<br>по <b>1 баллу</b> за каждое вещество <b>А–Ж</b><br>(всего 7 баллов) |
| 2 | <b>Реакций 1–6:</b><br>1) $\text{Zn} + \text{S} = \text{ZnS}$<br>2) $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$<br>3) $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2 \text{HI} + \text{S}$<br>4) $8 \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + 4 \text{I}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$<br>5) $2 \text{Ag} + 4 \text{HI} = 2 \text{H}[\text{AgI}_2] + \text{H}_2$<br>6) $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$   | по <b>2 балла</b><br>(всего 12 баллов)  |
|   | <b>Итого</b>  | <b>22 балла</b>   |

### Задача 5. Мышьяк

| № | Содержание ответа   | Число баллов                   |
|---|---|--------------------------------|
| 1 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$  | <b>1 балл</b>                  |
| 2 | $\text{As}_2$<br>$\text{As}_4$<br>$\begin{array}{c} \text{As} \\   \\ \text{:As} \equiv \text{As}: \\   \\ \text{As} \end{array}$<br>  | по 1 баллу<br>(всего 2 балла)  |
| 3 | Низшая степень окисления: $-3$<br>Высшая степень окисления: $+5$  | по 0,5 балла<br>(всего 1 балл) |
| 4 | Низшая степень окисления: $\text{Na}_3\text{As}$ (или другие арсениды металлов)<br>Высшая степень окисления: $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ или $\text{As}_2\text{O}_5$ или $\text{AsF}_5$<br>Засчитывается любое химически верное соединение  | по 1 баллу<br>(всего 2 балла)  |
| 5 | При вычислении степени окисления учитываем, что у железа она должна быть $+2$ , тогда на мышьяк приходится $-1$   | <b>1 балл</b>                  |
| 6 | Уравнения реакций:<br>$\text{FeAsS} = \text{FeS} + \text{As}$ (без кислорода)<br>$4 \text{FeAsS} + 3 \text{O}_2 = 4 \text{FeS} + 2 \text{As}_2\text{O}_3$ (соотношение 1 : 0,75)<br>$2 \text{FeAsS} + 5 \text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{As}_2\text{O}_3 + 2 \text{SO}_2$ (соотношение 1 : 2,5)   | по 2 балла<br>(всего 6 баллов) |
| 7 | 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:<br>$v(\text{Cu}) = v(\text{CuO}) = m : M = 0,212 : 79,5 = 2,66$ (моль)<br>$v(\text{H}) = 2 \cdot v(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,024 : 18 = 2,66$ (моль)<br>$v(\text{As}) = 2 \cdot v(\text{As}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,264 : 198 = 2,66$ (моль)<br>$v(\text{O}) = v(\text{CuO}) + v(\text{H}_2\text{O}) + 3 \cdot v(\text{As}_2\text{O}_3) = 2,66 + 1,33 + 3 \cdot 1,33 = 7,98$ (моль).<br>$a : b : c : d = 2,66 : 2,66 : 2,66 : 7,98 = 1 : 1 : 1 : 3$<br>Формула пигмента $\text{CuHAsO}_3$ | <b>4 балла</b>                 |
| 8 | $2 \text{CuHAsO}_3 + 6 \text{NaOH} = \text{Cu}_2\text{O} + \text{Na}_3\text{AsO}_4 + \text{Na}_3\text{AsO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$  | <b>3 балла</b>                 |
|   | <b>Итого</b>  | <b>20 баллов</b>               |