

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
2023-2024 учебный год
Решения и критерии оценивания**

11 класс

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные задания - **50**

Задача 1.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) X ₁ – FeS ₂ X ₂ – SO ₂ X ₃ – H ₂ SO ₄ X ₄ – HCl (р-р) X ₅ – Fe ₂ O ₃ (или Fe ₃ O ₄) X ₆ – Fe X ₇ – FeCl ₃ X ₈ – Fe(OH) ₃	По 0,5 балла за формулу каждого соединения Итого 4 балла
2) 4FeS ₂ + 11O ₂ = 2Fe ₂ O ₃ + 8SO ₂ или 6FeS ₂ + 16O ₂ = 2Fe ₃ O ₄ + 2SO ₂	1
3) SO ₂ + H ₂ O ₂ = H ₂ SO ₄	1
4) H ₂ SO ₄ + BaCl ₂ = BaSO ₄ + 2HCl	1
5) Fe ₂ O ₃ + 3H ₂ = 2Fe + 3H ₂ O или Fe ₃ O ₄ + 4H ₂ = 3Fe + 4H ₂ O	1
6) 2Fe + 3Cl ₂ = 2FeCl ₃	1
7) FeCl ₃ + 3NaOH = Fe(OH) ₃ + 3NaCl	1
Максимальный балл	10

Задача 2.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Указаны вещества А, В и С: А – Hg, В – Hg ₂ Cl ₂ (каломель), С – HgCl ₂ (сулема)	по 1 балле за каждое вещество (Всего – 3)
2) Зная массовые доли хлора (металла), можно на основании схемы взаимодействия металла с хлором $Me + n/2Cl_2 = MeCl_n$ выразить молярную массу металла. При этом в хлориде с большим содержанием хлора валентность металла выше. Получаем два уравнения связи атомной массы металла с валентностью: M = n ₁ · 200,8 (1) M = n ₂ · 100,4 (2) Совершенно очевидно, что речь идет о металле, который проявляет валентности I и II. В других случаях значения молярной массы оказываются из категории несуществующих.	3

Металл – ртуть.	
3) Диспропорционирование каломели при нагревании свыше 400°C: $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 = \text{HgCl}_2 + \text{Hg}$	1,5
4) Сопропорционирования сулемы и ртути при нагревании до 250-300°C: $\text{HgCl}_2 + \text{Hg} = \text{Hg}_2\text{Cl}_2$	1,5
5) Внутримолекулярного окисления-восстановления сулемы при прокаливании: $\text{HgCl}_2 = \text{Cl}_2 + \text{Hg}$	1
6) Окисления каломели концентрированной азотной кислотой при нагревании: $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 4\text{HNO}_3 = \text{HgCl}_2 + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

Задача 3.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{CuS} + 10\text{HNO}_3 \text{ конц} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	2
2) По условию: $n(\text{CuS}) = m : M = 7,2 \text{ г} : 96 \text{ г/моль} = 0,075 \text{ моль}$ $n(\text{HNO}_3) = (\rho \cdot \omega \cdot V) / M(\text{HNO}_3) = (1,38 \cdot 0,63 \cdot 61,6) / 63 = 0,85 \text{ моль}$	1
3) По уравнению $n(\text{HNO}_3) = 10n(\text{CuS}) = 0,75 \text{ моль}$. В избытке осталось 0,1 моль азотной кислоты. В результате образовалось $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,075 \text{ моль}$, $n(\text{NO}_2) = 8 \cdot 0,075 = 0,6 \text{ моль}$.	1
4) Масса раствора перед электролизом: $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) + m(\text{CuS}) - m(\text{NO}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) = 1,38 \cdot 61,6 + 7,2 - 0,6 \cdot 46 + 250 = 314,6 \text{ г}$	1
5) Уравнение электролиза: $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$	1
6) По уравнению $n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CuS}) = 0,075 \text{ моль}$; $n(\text{O}_2) = 0,0375 \text{ моль}$; $n(\text{HNO}_3) = 0,15 \text{ моль}$. $m(\text{Cu}) = 0,075 \cdot 64 = 4,8 \text{ г}$.	1
7) По условию задачи газ выделяется не только на аноде, но и на катоде. Это значит, что идет электролиз воды с выделением водорода: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	1
8) Пусть на катоде выделилось x моль водорода, тогда составим уравнение: $n(\text{H}_2) = n(\text{O}_2)$; $x = 0,0375 + 0,5x$ Отсюда $x = 0,075 \text{ моль}$. Следовательно, разложилось, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,075 \text{ моль}$.	2
9) Масса раствора после электролиза m_1 : $m_{1\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}} - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2\text{O}) = 314,6 - 4,8 - 0,0375 \cdot 32 - 0,075 \cdot 18 = 307,25 \text{ г}$ $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,075 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль}) : 307,25 = 0,024$ или 2,4%	1
10) Общее количество вещества азотной кислоты: $n(\text{HNO}_3) = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ моль}$ $\omega(\text{HNO}_3) = (0,25 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль}) : 307,25 = 0,053$ или 5,3 %.	1
Максимальный балл	12

Задача 4.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Уравнение гидролиза в общем виде: $\text{H}_2\text{NCH}(\text{R}_1)\text{CONHCH}(\text{R}_2)\text{COOH} + 2 \text{NaOH} = \text{H}_2\text{NCH}(\text{R}_1)\text{COONa} + \text{H}_2\text{NCH}(\text{R}_2)\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O}$	1
2) Молярная масса одной из солей: $M = M(\text{Na}) : \omega(\text{Na}) = 23 : 0,2072 = 111 \text{ г/моль.}$ Количество вещества этой соли: $n = m : M = 11,1 : 111 = 0,1 \text{ моль.}$ Молекулярная масса радикала, входящего в ее состав: $M(\text{R}_1) = 111 - M(\text{NH}_2) - M(\text{CH}) - M(\text{COONa}) = 111 - 16 - 13 - 67 = 15.$ Этот радикал $\text{R}_1 - \text{CH}_3$	1
3) $M(\text{дипептида}) = m : n = 14,6 : 0,1 = 146 \text{ г/моль.}$ $M(\text{R}_2) = M(\text{дипептида}) - M(\text{NH}_2) - M(\text{CHR}_1) - M(\text{CONH}) - M(\text{CH}) - M(\text{COOH}) = 146 - 16 - 28 - 43 - 13 - 45 = 1$ Этот радикал $\text{R}_2 - \text{H}.$ Таким образом, в результате реакции образовались соли аминокпропионовой и аминоксусной кислот.	1
4) Для такого сочетания возможно существование двух пептидов: 1) $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ аланилглицин; 2) $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$ глицилаланин.	2
5) Рассчитаем объем раствора щелочи, вступившей в реакцию. $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{дипептида}) = 0,2 \text{ моль.}$ $m(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 8 \text{ г.}$ $m\text{-ра} = m(\text{NaOH}) : \omega(\text{NaOH}) = 8 : 0,12 = 66,7 \text{ г.}$ $V = m\text{-ра} : \rho = 66,7 \text{ г} : 1,2 \text{ г/мл} = 55,6 \text{ мл}$	1
Максимальный балл	6

Задача 5.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{NaBiO}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{BiCl}_3 + \text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
2) $\text{Fe}_2(\text{CO})_9 + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2 + 9\text{CO}$	2
3) $\text{Fe} + 2\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + 2\text{NO}$	2
4) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
5) $5\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + 8\text{NaMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CH}_3\text{COOH} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	10