

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 10 класс
2019-2020 учебный год**

Общее время выполнения работы – 5 часов.

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается. Используйте Периодическую таблицу химических элементов, таблицу растворимости и непрограммируемый калькулятор.

Максимальное количество баллов – 60 баллов

Задание 10-1. (5 баллов)

Железная пластинка массой 5 г опущена на некоторое время в 50 мл 15%-ного раствора сульфата меди (II), плотность которого 1,12 г/см³. После того как пластинку вынули, ее масса оказалась равной 5,16 г. Какова масса сульфата меди (II) в оставшемся растворе?

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Уравнение реакции: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ 56 г/моль 160 г/моль 64 г/моль	1
2. Вычисление количества железа и меди Пусть x моль - n(Fe), следовательно n(Fe) = n(Cu) = n(CuSO ₄)= x моль Тогда 56x – масса Fe, перешедшего с пластинки в раствор, 64x – масса Cu, выделившейся на пластинке. $5 - 56x + 64x = 5,16 \Rightarrow$ x = 0,02 моль	1 1
3. Вычисление массы оставшегося сульфата меди (II). Масса CuSO ₄ израсходованного в реакции $m(\text{CuSO}_4) = 0,02 \cdot 160 = 3,2 \text{ г}$ $m_{\text{исход.}}(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot 1,12 \text{ г/мл} \cdot 50 \text{ мл} = 8,4 \text{ г};$ $m_{\text{остат.}}(\text{CuSO}_4) = 8,4 \text{ г} - 3,2 \text{ г} = 5,2 \text{ г}.$	1 1
Максимальный балл	5

Задание 10-2. (13 баллов)

Оксид меди (II) массой 12 г растворили в 196 г 20%-ной серной кислоты. К полученному раствору добавили 75,6 г насыщенного раствора сульфида натрия. Вычислите массовые доли веществ в итоговом растворе, если растворимость сульфида натрия в условиях эксперимента составляет 26 г/100 г воды.

Решение:

Критерии оценки правильного ответа	Баллы
1. Записаны уравнения реакций: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (1) $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} = \text{CuS} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (2) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S} = \text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (3)	1 1 1
2. Вычисление количества веществ: $n(\text{CuO}) = 12/80 = 0,15 \text{ моль}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 196 \cdot 0,2/98 = 0,4 \text{ моль} - \text{в избытке}$	1 1

26 г соли – 126 г раствора x г соли – 75,6 г раствора $m(\text{Na}_2\text{S}) = 15,6 \text{ г}$ $n_{\text{общ.}}(\text{Na}_2\text{S}) = 15,6/78 = 0,2 \text{ моль}$	1 1
3. Вычисление массы веществ, содержащихся в итоговом растворе: $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuO}) = 0,15 \text{ моль}$ $n_3(\text{Na}_2\text{S}) = n_{\text{общ.}}(\text{Na}_2\text{S}) - n_2(\text{Na}_2\text{S}) = 0,2 - 0,15 = 0,05 \text{ моль}$ $n_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) - n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4 - 0,15 = 0,25 \text{ моль}$ – в изб. по сравнению с $n_3(\text{Na}_2\text{S})$ $n_{\text{ост.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 - 0,05 = 0,2 \text{ моль}$ $m_{\text{ост.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \cdot 98 = 19,6 \text{ г}$ $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n_2(\text{Na}_2\text{SO}_4) + n_3(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,15 + 0,05 = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2 \cdot 142 = 28,4 \text{ г}$	1 1 1
4. Вычисление массовых долей веществ в растворе: $m(\text{р-ра}) = m(\text{CuO}) + m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) - m(\text{H}_2\text{S}) =$ $= 12 + 196 + 75,6 - 0,15 \cdot 96 - 0,05 \cdot 34 = 267,5 \text{ г}$ $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 28,4/267,5 \cdot 100\% = 10,62\%$ $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6/267,5 \cdot 100\% = 7,33\%$	1 1 1
Максимальный балл	13

Задание 10-3. (11 баллов)

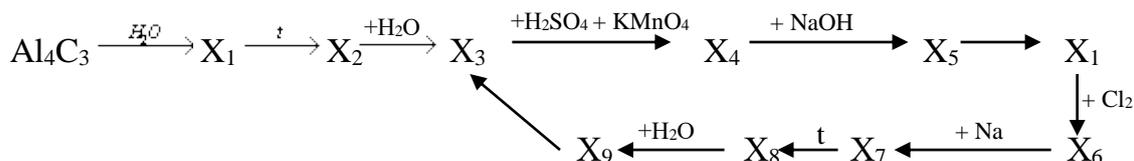
Соль **А** (кислая соль, применяется в медицине и в пищевой промышленности) является соединением металла **Х**, окрашивающим бесцветное пламя газовой горелки в жёлтый цвет. При нагревании до 300°C **А** разлагается с образованием хорошо растворимой в воде соли **Б**, которую применяют при производстве стекла, бумаги, мыла. Взаимодействие раствора гидроксида кальция с раствором соли **Б** или с раствором соли **А** приводит к выпадению осадка вещества **В** (нерастворимая соль, которая входит в состав минерала кальцита). Вещество **В** разлагается при нагревании до 1000°C на газ **Г** (без запаха) и твёрдое вещество **Д**. Пропускание газа **Г** через раствор соли **Б** приводит к образованию **А**. Определите вещества **А–Д**, напишите уравнения реакций.

Решение:

Критерии оценки правильного ответа	Баллы
В жёлтый цвет окрашивают пламя газовой горелки соединения натрия. Х — Na.	1
В — соль кальция, которая входит в состав минерала кальцита- CaCO_3	1
Тогда Г — кислотный газообразный оксид (без запаха) - CO_2	1
Д — CaO	1
Тогда Б — Na_2CO_3	1
А — NaHCO_3	1
Уравнения реакций: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	1
$\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$	1
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$	1
$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$	1
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$	1
Максимальный балл	11

Задание 10-4. (11 баллов)

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений:



Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{Al}(\text{OH})_3$	1
$2\text{CH}_4 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$	1
$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COH}$	1
$5\text{CH}_3\text{COH} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	1
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	1
$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$	1
$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$	1
$2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{NaCl}$	1
$\text{C}_2\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$	1
$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	1
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COH} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	1
Максимальный балл	11

Задание 10-5. (12 баллов)

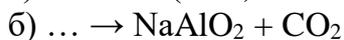
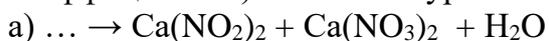
При сплавлении натриевой соли предельной одноосновной карбоновой кислоты с едким натром образуется 22 г углеводорода, а при электролизе водного раствора такого же количества этой соли получается 21,5 г углеводорода. Определите и назовите углеводороды, полученные в результате реакций, и неизвестную соль.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Уравнение реакции сплавления в общем виде: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ (1)	2
2. Уравнение электролиза по Кольбе в общем виде: $2\text{R-COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-R} \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NaOH}$ (2)	2
3. Уравнение для анодного процесса в случае соли предельной одноосновной кислоты: $2\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{C}_n\text{H}_{2n+1} + \text{CO}_2 \uparrow$ (3)	2
4. Составлено уравнение с использованием данных задачи по уравнениям 1 и 3: $2(14n + 2)/(28n + 2) = 22/21,5$ $n=3$	2 1
5. Углеводород (1)– C_3H_8 – пропан	1
6. Углеводород (2)– C_6H_{14} – гексан	1
6. Неизвестная соль – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$ – бутират натрия	1
Максимальный балл	12

Задание 10-6. (8 баллов)

Какие два реагента вступили в реакцию, если получились только следующие вещества (приведены все продукты реакций без стехиометрических коэффициентов). Запишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты:

**Решение:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
а) $2\text{Ca(OH)}_2 + 4\text{NO}_2 = \text{Ca(NO}_2)_2 + \text{Ca(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
б) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2\uparrow$	2
в) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$ или $\text{Mg(NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg(OH)}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$	2
г) $6\text{KOH}_{(\text{горяч.})} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	8