

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 9 класс
2023-2024 учебный год**

Общее время выполнения работы – 4 часа.

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 – 49 баллов

Задание 9-1 (10 баллов)

Твердое белое вещество X очень хорошо растворимо в воде, его водный раствор дает белый творожистый осадок с нитратом серебра и белый кристаллический осадок с карбонатом натрия. При длительном прокаливании X масса твердого вещества уменьшается на 49.3%. Установите формулу X и напишите уравнения трех описанных в условии реакций.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Решение. Белый творожистый осадок – это AgCl, а кристаллический белый осадок – скорее всего, карбонат щелочноземельного металла, MeCO ₃	1
2. Тогда исходное вещество – кристаллогидрат MeCl ₂ ·nH ₂ O. При длительном прокаливании происходит полное обезвоживание, причем масса воды составляет 49.3% от массы кристаллогидрата (масса уменьшается за счёт выпаренной воды):	1
3. Пусть M(Me)=X, M(nH ₂ O)=18n Составляем пропорцию: 18n: (X +71 +18n)= 0,493 Отсюда X = (9,126n -35,003):0,493 Далее решаем методом подбора: если n=6, то X=40, следовательно это Me – Ca, формула исходного вещества CaCl₂·6H₂O .	2
4. Уравнения реакций: 1) CaCl ₂ + 2AgNO ₃ = 2AgCl↓ + Ca(NO ₃) ₂ 2) CaCl ₂ + Na ₂ CO ₃ = CaCO ₃ ↓ + 2NaCl 3) CaCl ₂ ·6H ₂ O \xrightarrow{t} CaCl ₂ + 6H ₂ O↑. Ответ. X – CaCl ₂ ·6H ₂ O.	6
Максимальный балл	10

Задание 9-2. (12 баллов)

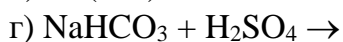
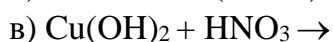
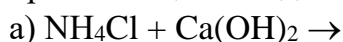
В химической лаборатории ученик в колбу налил по 200 мл следующих растворов: гидроксида натрия, серной кислоты, соляной кислоты, хлорида бария, сульфата натрия. Все растворы имели одинаковую молярную концентрацию – 0,5 моль/л. Написать молекулярные и ионные уравнения возможных реакций и рассчитать молярную концентрацию ионов, оставшихся в растворе (изменение объёма раствора из-за выпадения осадка не учитывать).

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)		Баллы	
1. Написаны молекулярные и ионные уравнения возможных реакций (по 0,5 балла за каждое уравнение, возможно написание только кратких ионных уравнений) $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$ $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$		3	
2. Рассчитано количество моль каждого вещества $n = 0,5 \text{ моль/л} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,1 \text{ моль}$		1	
3. Рассчитано первоначальное и конечное количество ионов:		6	
ИОН	КОЛ-ВО до сливания		КОЛ-ВО после сливания
H^+	0,3 моль		0,2 моль
OH^-	0,1 моль		0
Na^+	0,3 моль		0,3 моль
Cl^-	0,3 моль		0,3 моль
Ba^{2+}	0,1 моль		0
SO_4^{2-}	0,2 моль	0,1 моль	
4. Рассчитаны молярные концентрации оставшихся ионов (по 0,5 баллов за каждое значение): $[\text{H}^+] = 1 \text{ моль/л}$; $[\text{Cl}^-] = 1,5 \text{ моль/л}$ $[\text{Na}^+] = 1,5 \text{ моль/л}$; $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,5 \text{ моль/л}$		2	
Максимальный балл		12	

Задание 9-3. (10 баллов)

Составьте молекулярные и сокращенные ионные уравнения следующих реакций, протекающих в водных растворах или при растворении твердых веществ:



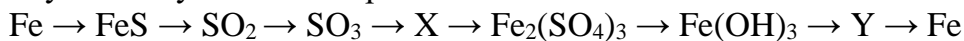
Критерии оценивания.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
а) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1
$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1
б) $2\text{NaOH} + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	1
$2\text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1
в) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;	1
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1
г) $2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1
$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	1
д) $\text{AlCl}_3 + 4\text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NaCl}$ (в избытке щелочи $\text{Al}(\text{OH})_3$)	1

растворяется)	
$Al^{3+} + 4OH^- = [Al(OH)_4]^-$	1
Максимальный балл	10

Задание 9-4. (8 баллов)

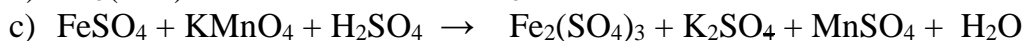
Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений, и укажите условия их протекания:



Критерии оценивания.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $Fe + S \xrightarrow{t} FeS$	1
2) $4FeS + 7O_2 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2$	1
3) $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{t} 2SO_3$	1
4) $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$	1
5) $3H_2SO_4 + 2Fe(OH)_3 = Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$	1
6) $Fe_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Fe(OH)_3 + 3Na_2SO_4$	1
7) $2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t} Fe_2O_3 + 3H_2O$	1
8) $Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{t} 2Fe + 3H_2O$	1
Максимальный балл	8

Задание 9-5. (9 баллов) Расставьте коэффициенты в уравнениях химических реакций, составьте электронный баланс и определите окислитель и восстановитель.



Критерии оценивания.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow CrCl_3 + KCl + Cl_2 + H_2O$ 1) Составлен электронный баланс: $\begin{array}{r} +6 & & -2 & & & \\ 2Cr + 6\bar{e} \rightarrow Cr & \left & 1 & \right \\ - & & 0 & & & \\ 2Cl - 2\bar{e} \rightarrow Cl_2 & \left & 3 & \right \end{array}$	1
2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции: $K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 2CrCl_3 + 2KCl + 3Cl_2 + 7H_2O$	1
3) Указано, что хром в степени окисления +6 является окислителем, а йод в степени окисления -1 – восстановителем.	1
$Ca_3(PO_4)_2 + C + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + P_4 + CO$ 1) Составлен электронный баланс: $\begin{array}{r} +5 & & 0 & & & \\ 4P + 20\bar{e} \rightarrow P_4 & \left & 1 & \right \\ 0 & & +2 & & & \\ C - 2\bar{e} \rightarrow C & \left & 10 & \right \end{array}$	1
2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции: $2Ca_3(PO_4)_2 + 10C + 6SiO_2 = 6CaSiO_3 + P_4 + 10CO$	1

3) Указано, что фосфор в степени окисления +5 является окислителем, а углерод в степени окисления 0 – восстановителем.	1
$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{l} \overset{+7}{\text{Mn}} + 5\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}} \quad \quad 2 \\ \overset{-1}{2\text{O}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{0}{\text{O}_2} \quad \quad 5 \end{array}$	1
2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:	1
$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$	1
3) Указано, что марганец в степени окисления +7 является окислителем, а кислород в степени окисления -1 – восстановителем.	1
Максимальный балл	9