

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 9 класс
2020-2021 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 – 60 баллов

Задание 9-1. (12 баллов)

Два стакана одинаковой массы, содержащих по 100 г раствора соляной кислоты с массовой долей кислоты 7,3 % поместили на две чашки весов. В первый добавили 6,3 г карбоната магния. Определите, какую массу карбоната кальция нужно добавить во второй стакан, чтобы весы уравнились.

Решение:

Критерии оценки правильного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Вычисляем массу соляной кислоты в стакане: $m(\text{HCl}) = 100 \cdot 0,073 = 7,3 \text{ г}$	1
2) Вычисляем количество соляной кислоты и карбоната магния: $2\text{HCl} + \text{MgCO}_3 = \text{MgCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $n(\text{HCl}) = 7,3/36,5 = 0,2 \text{ моль}$	1
3) $n(\text{MgCO}_3) = 6,3/84 = 0,075 \text{ моль}$	1
4) Определяем массу содержимого первого стакана, после добавления карбоната магния. Для этого рассчитываем массу углекислого газа: 0,2 моль 0,075 моль $2\text{HCl} + \text{MgCO}_3 = \text{MgCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 2 моль 1 моль, соляная кислота в избытке, расчет по карбонату магния	1
5) $n(\text{CO}_2) = 0,075 \text{ моль}$	1
6) $m(\text{CO}_2) = 44 \cdot 0,075 = 3,3 \text{ г}$	1
7) $m(\text{первого стакана}) = 100 + 6,3 - 3,3 = 103 \text{ г}$	1
8) Для того, чтобы весы уравнились, масса содержимого второго стакана должна быть равной 103 г, т.е. масса должна увеличиться на 3 г	1
9) $2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1
10) Пусть X моль - сколько добавили карбоната кальция, тогда углекислого газа выделится согласно уравнению реакции - X моль	1
11) $100 \cdot X - 44 \cdot X = 3; 56X = 3; X = 0,0535 \text{ моль}$,	1
12) тогда масса карбоната кальция будет равна $100 \cdot 0,0535 = 5,35 \text{ г}$ Надо добавить столько карбоната кальция, чтобы весы уравнились	1
Максимальный балл	12

Задание 9-2. (10 баллов)

Определите формулу соли, если известно, что она состоит из трёх элементов: азота, водорода и кислорода. Массовая доля азота в ней составляет 43,75 %.

Известно, что при нагревании этой соли не образуется твердого остатка. Напишите уравнение реакции термического разложения этой соли.

Решение:

Критерии оценки правильного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Соли состоят из катионов и анионов. Значит, в состав катиона входит азот и в состав аниона также входит азот	2
2) Вероятнее всего, это: катион аммония и анион, содержащий азот, нитрат или нитрит. NH_4^+ и NO_x^- , соль имеет формулу NH_4NO_x	2
3) Это могут быть нитрат или нитрит аммония - NH_4NO_3 и NH_4NO_2	1
4) Вычисление молярной массы предполагаемой соли и нахождение её формулы: $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 14+4+14+16\cdot 3 = 80$ г/моль; $M(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 14+4+14+16\cdot 2 = 64$ г/моль	1
5) $\omega = m(\text{N})/M(\text{NH}_4\text{NO}_x)$; $M(\text{NH}_4\text{NO}_x) = m(\text{N})/\omega$; $M(\text{NH}_4\text{NO}_x) = 28/0,4375 = 64$	2
6) Искомая соль – нитрит аммония: NH_4NO_2	1
7) Уравнение реакции $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1
Максимальный балл	10

Задание 9-3. (11 баллов)

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений соединений серы: $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{-2}$. Укажите условия реакции и названия продуктов реакции.

Решение:

Критерии оценки правильного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ сера (при недостатке кислорода)	2
2) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$ оксид серы (IV)	1
3) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ оксид серы (VI) (катализатор – V_2O_5)	2
4) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ серная кислота	1
5) $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ сульфат меди (II)	2
6) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ сера	2
7) $\text{S} + \text{Fe} = \text{FeS}$ или другой металл, или водород	1
Максимальный балл	11

Задание 9-4. (10 баллов) Научно-практическая работа учащихся кружка химии по анализу воздуха включала определение сероводорода. Для этого воздух пропускали в течение 5 часов со скоростью 10 л/с через концентрированный раствор гидроксида натрия, затем к этому раствору добавили йодную воду до обесцвечивания. В результате реакции выпал желтый осадок, который взвесили, его масса оказалась равна 0,32 г.

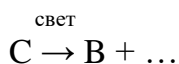
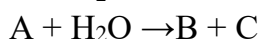
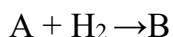
1. Составьте уравнения химических реакций, проведенных учащимися.
2. Определите объем воздуха отобранный для анализа.
3. Рассчитайте массу сероводорода в исходном воздухе.
4. Соответствуют ли полученные данные санитарным нормам, если предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДК_{СС}) сероводорода в воздухе на уровне 0,008 мг/м³?
5. Во сколько раз содержание сероводорода превышало предельно допустимую концентрацию?

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Составим уравнение реакции: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{S} + \text{I}_2 = \text{S}\downarrow + 2\text{NaI}$	3
2) Найдем количество вещества серы: $n(\text{S}) = 0,32\text{г} : 32\text{г/моль} = 0,01\text{моль}$	1
3) $n(\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,01\text{моль}$; $m(\text{H}_2\text{S}) = 0,01\text{г} \cdot 34\text{г/моль} = 0,34\text{г}$.	1
4) Найдем объем воздуха, пропущенного через раствор NaOH: $V(\text{воздуха}) = 10\text{л/с} \cdot 3600\text{с/ч} \cdot 5\text{ч} = 180\text{м}^3$.	2
Для сравнения полученных данных со значением ПДК _{СС} необходимо перевести их в одинаковую размерность: $m(\text{H}_2\text{S}) : V(\text{воздуха}) = 0,34 \cdot 1000(\text{мг}) : 180(\text{м}^3) = 1,89\text{мг/м}^3$. Превышает ПДК _{СС} в 236,25 раз	2
Вывод: $1,89\text{мг/м}^3 > 0,008\text{мг/м}^3$, что значительно выше санитарной нормы, анализируемый воздух является опасным для окружающих.	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	10

Задание 9-5. (5 баллов)

Назовите вещества А, В, С, если известно, что они вступают в реакции, описываемые следующими схемами:

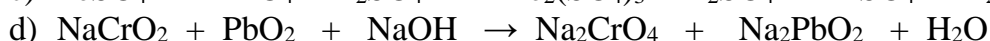
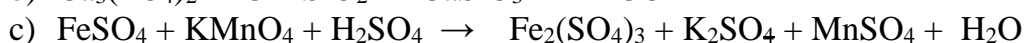


Известно, что А - это простое вещество. Определите все вещества и составьте уравнения реакций

Решение:

Критерии оценки правильного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
А – Cl₂; В – HCl; С -HClO	
1) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$	1
2) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$	1
3) $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$	1
4) $2\text{HClO} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{O}_2$ (при освещении)	1
5) $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \rightarrow 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	1
Максимальный балл	5

Задание 9-6. (12 баллов) Расставьте коэффициенты в уравнениях химических реакций, составьте электронный баланс и определите окислитель и восстановитель.



Решение:

Критерии оценки правильного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+6}{\text{S}} + 8\bar{e} \rightarrow \overset{-2}{\text{S}} & 1 \\ \hline - & 0 \\ \overset{0}{2\text{I}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{-1}{\text{I}_2} & 4 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции: $4\text{CaI}_2 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{CaSO}_4 + 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3) Указано, что сера в степени окисления +6 является окислителем, а йод в степени окисления -1 – восстановителем.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + \text{CO}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+5}{4\text{P}} + 20\bar{e} \rightarrow \overset{0}{\text{P}_4} & 1 \\ \hline \overset{0}{\text{C}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{C}} & 10 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции: $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 = 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO}$</p> <p>3) Указано, что фосфор в степени окисления +5 является окислителем, а углерод в степени окисления 0 – восстановителем.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
$\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+7}{\text{Mn}} + 5\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}} & 2 \\ \hline \overset{+2}{2\text{Fe}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{+3}{2\text{Fe}} & 5 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции: $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3) Указано, что марганец в степени окисления +7 является окислителем, а железо в степени окисления +2 – восстановителем.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
$\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+4}{\text{Pb}} + 2\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{Pb}} & 3 \\ \hline \overset{+3}{\text{Cr}} - 3\bar{e} \rightarrow \overset{+6}{\text{Cr}} & 2 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции: $2\text{NaCrO}_2 + 3\text{PbO}_2 + 8\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{Na}_2\text{PbO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3) Указано, что свинец в степени окисления +4 является окислителем, а хром в степени окисления +3 – восстановителем.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
Максимальный балл	12

