

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Алтайский государственный университет»

Химический факультет

**РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
АЛТАЙСКИЙ КРАЙ**

Барнаул 2016

9 КЛАСС

Всего: 32,5 баллов

Задание 9.1 (6 баллов)

1) Уравнения химических реакций:



2) При охлаждении смеси, состоящей из паров воды и хлороводорода, получен раствор – соляная кислота HCl.

Количество вещества реагентов: $n = \frac{V}{V_m}$

$$n(\text{H}_2) = 25,1 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 1,12 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = 11,2 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,50 \text{ моль};$$

$$n(\text{Cl}_2) = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,10 \text{ моль}.$$

3) 2 моль H_2 вступает в реакцию с 1 моль O_2 , следовательно, 0,50 моль кислорода вступят в реакцию с 1,0 моль водорода (1), а оставшиеся 1,12 моль – 1,0 моль = 0,12 моль водорода вступят в реакцию с 0,12 моль хлора (2).

В результате образуется $2 \cdot 0,12 \text{ моль} = 0,24 \text{ моль}$ хлороводорода.

Масса хлороводорода равна $m(\text{HCl}) = 0,24 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 8,76 \text{ г}$.

4) Количество вещества воды в соответствии с уравнением реакции (1) равно количеству вещества водорода, вступившего в реакцию с кислородом, т.е. 1,0 моль.

Масса воды равна $m(\text{H}_2\text{O}) = 1,0 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 18,0 \text{ г}$.

Следовательно, массовая доля полученного раствора соляной кислоты равна:

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{m}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{8,76 \text{ г}}{8,76 \text{ г} + 18,0 \text{ г}} = 0,327 \text{ или } 32,7 \%$$

5) Максимально возможная концентрация соляной кислоты при н.у. – 38 % (плотность 1,19 г/мл). Полученный раствор соляной кислоты можно отнести к концентрированному раствору.

Система оценивания:

за первый этап решения – 2 балла (по 1 баллу за уравнение реакции);

за второй этап – 1,5 балла (0,5 баллов за каждое количество вещества);

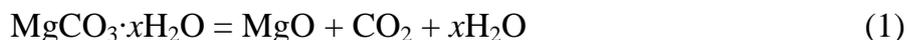
за третий этап – 1 балл (за нахождение количества вещества и массу хлороводорода – по 0,5 баллов);

за четвертый этап – 1 балл.

за пятый этап – 0,5 балла.

Задание 9.2 (5 баллов)

1) При прокаливании кристаллогидрата $\text{MgCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ происходит следующая химическая реакция:



2) Пары воды связываются концентрированной серной кислотой. Следовательно, масса поглощенной воды составляет 1,8 г.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,8 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,10 \text{ моль.}$$

3) Известковая вода поглощает углекислый газ. При этом протекает химическая реакция:



4) Масса осадка карбоната кальция CaCO_3 равна 2,00 г.

$$n(\text{CaCO}_3) = 2,00 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 0,020 \text{ моль.}$$

Согласно уравнения реакции (2) $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,020 \text{ моль.}$

В соответствии с уравнение (1) $n(\text{MgCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,020 \text{ моль}$

$$m(\text{MgCO}_3) = 0,020 \text{ моль} \cdot 84,0 \text{ г/моль} = 1,68 \text{ г.}$$

5) Соотношение MgCO_3 и H_2O в кристаллогидрате составляет

$$0,020 \text{ моль} : 0,1 \text{ моль} = 1 : 5.$$

Состав кристаллогидрата $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

$$\text{Масса исходного кристаллогидрата } m(\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 1,6 \text{ г} + 1,8 \text{ г} = 3,4 \text{ г.}$$

Система оценивания:

за каждый этап решения – по 1 баллу.

Задание 9.3 (3 балла)

1) Медь и медьсодержащие сплавы медленно окисляются кислородом воздуха, образуя оксид меди (II) черного цвета:



2) Однако, в атмосфере воздуха присутствуют углекислый газ и пары воды. Поэтому возможно следующее взаимодействие:



3) Образуется дигидроксокарбонат меди (II) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ зеленого цвета. Поэтому на медьсодержащих сплавах образуется зеленый налет!

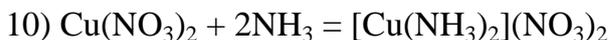
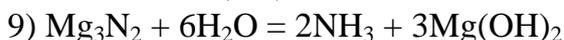
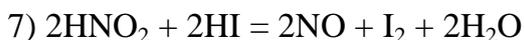
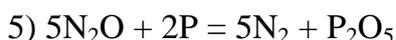
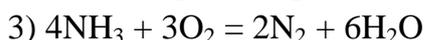
Система оценивания:

за каждый этап решения – по 1 баллу.

Примечание: возможна и общая запись взаимодействия:



Задание 9.4 (13,5 баллов)



N_2 – азот; NO – оксид азота (II); NO_2 – оксид азота (IV); NH_3 – аммиак; HNO_3 – азотная кислота; N_2O – оксид азота (I); KNO_3 – нитрат калия; KNO_2 – нитрит калия; HNO_2 – азотистая кислота; $Fe(NO_3)_3$ – нитрат железа (III); Mg_3N_2 – нитрид магния; $Cu(NO_3)_2$ – нитрат меди (II); $[Cu(NH_3)_2](NO_3)_2$ – нитрат диамминмеди (II).

Система оценивания:

за составленные уравнения реакций – 10 баллов (по 1 баллу за уравнение);
за название веществ – 3,5 балла (по 0,25 баллов за первых 12 веществ и 0,5 баллов – за название комплекса).

Задание 9.5 (5 баллов)

1) Исходя, из положения в ряду напряжений металлов хром будет вытеснять из солей медь и никель:



2) Масса и количество вещества меди в растворе составляют:

$$m(CuCl_2) = m_{(р-р)} \cdot \omega = 200,0 \text{ г} \cdot 0,135 = 27,0 \text{ г}$$

$$n(CuCl_2) = 27,0 \text{ г} / 135 \text{ г/моль} = 0,200 \text{ моль}$$

Количество вещества и масса меди согласно уравнения (1):

$$n(Cu) = n(CuCl_2) = 0,200 \text{ моль}$$

$$m(Cu) = 0,200 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г}$$

Из уравнения реакции (1) следует:

$$n_1(Cr) = n(Cu) = 0,20 \text{ моль}$$

$$m_1(Cr) = 0,2 \text{ моль} \cdot 52 \text{ г/моль} = 10,4 \text{ г}$$

Находим остаток хрома – массу и количество вещества:

$$m_2(Cr) = 15,6 \text{ г} - 10,4 \text{ г} = 5,2 \text{ г}$$

$$n_2(Cr) = 5,2 \text{ г} / 52 \text{ г/моль} = 0,10 \text{ моль}$$

3) Остаток хрома будет вытеснять из солей никель:



$$4) m(NiCl_2) = m_{(р-р)} \cdot \omega = 200,0 \text{ г} \cdot 0,08 = 16,0 \text{ г}$$

$$n(NiCl_2) = 16,0 \text{ г} / 130 \text{ г/моль} = 0,123 \text{ моль} - \text{в избытке}$$

Согласно уравнения (2) выделилось:

$$n(Ni) = n_2(Cr) = 0,10 \text{ моль}$$

$$m(Ni) = 0,10 \text{ моль} \cdot 59 \text{ г/моль} = 5,9 \text{ г}$$

Система оценивания:

за первый и третий этапы решения – 2 балла (по 1 баллу за уравнение);
за второй этап решения – 2 балла (за расчеты с медью и хромом – по 1 баллу);
за четвертый этап решения – 1 балл.

а в результате реакции (2): $Q_2 = 110,5 \cdot 3,87 = 427,6$ кДж.

Всего выделилось теплоты:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 19793,4 + 427,6 = 20221 \text{ кДж.}$$

3) Количество теплоты вычисляем по формуле

Масса 1 м^3 воды равна $1 \cdot 10^6$ г.

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 4,18 \text{ Дж/г} \cdot \text{град} \cdot 10^6 \text{ г} \cdot (100 - 20) = 334,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 334400 \text{ кДж.}$$

При сгорании 1 кг каменного угля выделяется 20221 кДж теплоты. Следовательно, для нагрева воды потребуется $334400 / 20221 = 16,5$ кг угля.

Система оценивания:

за первый этап решения – 2 балла (по 1 баллу за каждое термохимическое уравнение);

за второй этап решения – 2 балла (за нахождение количества вещества оксидов углерода и общей теплоты реакции – по 1 баллу);

за третий этап решения – 1 балл (за расчет теплоты с учетом теплоемкости и за расчет массы каменного угля – по 0,5 баллов).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деговер П. О. Химия! М.: Техносфера, 2008. 176 с.
2. Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. М.: МЦНМО, 2014. 564 с.
3. Лисичкин Г.В., Бетанели В.И. Химики изобретают. М.: Просвещение, 1990. 112 с.
4. Журнал «Химия и жизнь», 1965–1967 гг.
5. Сорокин В.В., Свитанько И.В., Сычев Ю.Н., Чуранов С.С. Современная химия в задачах международных олимпиад. М.: Химия, 1993. 288 с.
6. Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Задачи по химии для поступающих в вузы. М.: Высшая школа, 1998.