

9 класс

№ 1

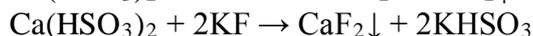
1 вариант

1) Заметим, что сумма массовых долей $\omega(\text{Ca}) + \omega(\text{S}) + \omega(\text{O}) = 19,80 + 31,61 + 47,52 = 98,93\% \neq 100\%$. Значит, вещество содержит еще четвертый элемент. Поскольку его содержание очень незначительно ($\omega = 100 - 98,93 = 1,07\%$), логично предположить, что четвертый элемент – водород. Пусть формула искомого соединения $\text{Ca}_x\text{S}_y\text{O}_z\text{H}_k$, тогда

$$x : y : z : k = \frac{19,80}{40} : \frac{31,61}{32} : \frac{47,52}{16} : \frac{1,07}{1} = 0,495 : 0,988 : 2,97 : 1,07 = 1 : 2 : 6 : 2$$

Таким образом, **X** – $\text{CaS}_2\text{O}_6\text{H}_2$ или $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, гидросульфит кальция, относится к классу кислых солей.

2) Уравнения реакций:



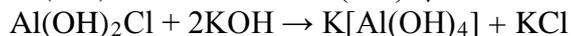
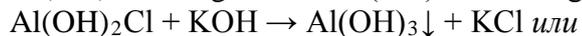
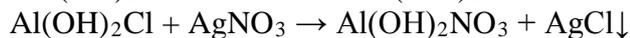
2 вариант

1) Заметим, что сумма массовых долей $\omega(\text{Al}) + \omega(\text{O}) + \omega(\text{Cl}) = 27,98 + 33,16 + 36,79 = 97,93\% \neq 100\%$. Значит, вещество содержит еще четвертый элемент. Поскольку его содержание очень незначительно ($\omega = 100 - 97,93 = 2,07\%$), логично предположить, что четвертый элемент – водород. Пусть формула искомого соединения $\text{Al}_x\text{O}_y\text{Cl}_z\text{H}_k$, тогда

$$x : y : z : k = \frac{27,98}{27} : \frac{33,16}{16} : \frac{36,79}{35,5} : \frac{2,07}{1} = 1,036 : 2,073 : 1,036 : 2,07 = 1 : 2 : 1 : 2$$

Таким образом, **X** – AlO_2ClH_2 или $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$, дигидроксохлорид алюминия, относится к классу основных солей.

2) Уравнения реакций:



Рекомендации к оцениванию:

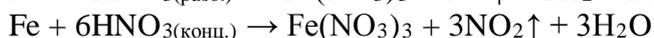
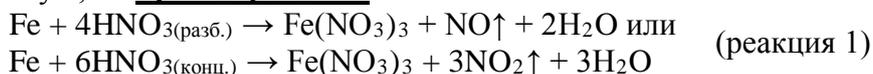
- | | |
|--|---------|
| 1. Формула X – 1 балл | 2 балла |
| Название и класс соединения по 0.5 балла | |
| 2. Уравнения реакций по 1 баллу | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

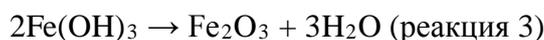
1 вариант

Первое превращение возможно двумя путями – по реакции с растворимой солью (замещение более активным металлом менее активного) или по реакции с азотной кислотой. Однако в реакции замещения с солью в продуктах получится двухвалентное железо, что противоречит условию. Железо, алюминий и хром пассивируются концентрированной азотной кислотой на холоду. Поэтому можно использовать разбавленную кислоту или концентрированную, но **при нагревании**:



Следующие три реакции отражают типичные свойства неорганических веществ:



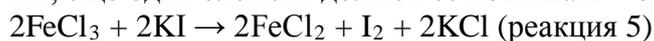


Для определения вещества \mathbf{X}_4 вычислим его молекулярную массу, предполагая наличие в его составе одного атома металла (скорее всего \mathbf{X}_4 – галогенид):

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{A_r(\text{Fe})}{M_r(\mathbf{X}_4)}$$

$$M_r(\mathbf{X}_4) = \frac{A_r(\text{Fe})}{\omega(\text{Fe})} = \frac{56}{0.441} = 127$$

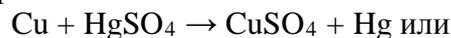
На остаток (без массы металла) приходится $127 - 56 = 71$, что соответствует двум атомам хлора. Значит, \mathbf{X}_4 – FeCl_2 , а последняя реакция – окислительно-восстановительная. К такому же выводу можно прийти, если заметить по таблице растворимости, что иодид железа (III), который должен образоваться по реакции обмена, не существует. Железо понижает свою степень окисления, значит, еще один элемент должен ее повышать – это иод:



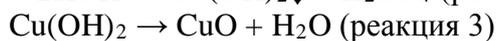
\mathbf{X}_1	\mathbf{X}_2	\mathbf{X}_3	\mathbf{X}_4
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Fe_2O_3	FeCl_3	FeCl_2

2 вариант

Первое превращение возможно двумя путями – по реакции с растворимой солью (замещение более активным металлом менее активного) или по реакции с концентрированной серной кислотой:



Следующие три реакции отражают типичные свойства неорганических веществ:

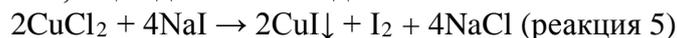


Для определения вещества \mathbf{X}_4 вычислим его молекулярную массу, предполагая наличие в его составе одного атома металла (скорее всего \mathbf{X}_4 – галогенид):

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{A_r(\text{Cu})}{M_r(\mathbf{X}_4)}$$

$$M_r(\mathbf{X}_4) = \frac{A_r(\text{Cu})}{\omega(\text{Cu})} = \frac{64}{0.335} = 191$$

На остаток (без массы металла) приходится $191 - 64 = 127$, что соответствует атому иода. Значит, \mathbf{X}_4 – CuI , а последняя реакция – окислительно-восстановительная. К такому же выводу можно прийти, если заметить по таблице растворимости, что иодид меди (II), который должен образоваться по реакции обмена, не существует. Медь понижает свою степень окисления, значит, еще один элемент должен ее повышать – это иод:



\mathbf{X}_1	\mathbf{X}_2	\mathbf{X}_3	\mathbf{X}_4
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	CuO	CuCl_2	CuI

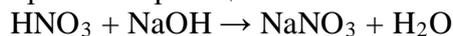
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|---------|
| 1. Вещества $\mathbf{X}_1 - \mathbf{X}_4$ по 0.5 балла | 2 балла |
| 2. Уравнения реакций по 0.5 балла
(если реакция уравнена неверно – 0 баллов)
Условия для первого превращения – 0.5 балла | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

1 вариант

1) При смешивании растворов протекает реакция:



2) Количество веществ в растворах:

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{150 \cdot 1.04 \cdot 0.04}{63} = 0.097 \text{ моль}; \quad \nu(\text{NaOH}) = \frac{50 \cdot 1.04 \cdot 0.04}{40} = 0.052 \text{ моль}$$

В избытке остается азотная кислота:

$$\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост.}} = 0.097 - 0.052 = 0.045 \text{ моль}$$

3) Концентрация ионов водорода:

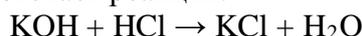
$$[\text{H}^+] = \frac{0.045}{0.15 + 0.05} = 0.225 \text{ моль/л}$$

4) Концентрация гидроксид-ионов:

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{0.225} = 4.4 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л}$$

2 вариант

1) При смешивании растворов протекает реакция:



2) Количество веществ в растворах:

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{350 \cdot 1.04 \cdot 0.04}{56} = 0.260 \text{ моль}; \quad \nu(\text{HCl}) = \frac{50 \cdot 1.04 \cdot 0.09}{36.5} = 0.128 \text{ моль}$$

В избытке остается гидроксид калия:

$$\nu(\text{KOH})_{\text{ост.}} = 0.260 - 0.128 = 0.132 \text{ моль}$$

3) Концентрация гидроксид-ионов:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.132}{0.35 + 0.05} = 0.33 \text{ моль/л}$$

4) Концентрация ионов водорода:

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0.33} = 3.0 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л}$$

Рекомендации к оцениванию:

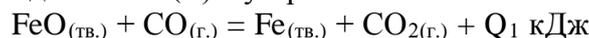
- | | |
|--|-----------|
| 1. Уравнение реакции | 1 балл |
| 2. Расчет количеств каждого вещества в исходных растворах по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Указание на избыток кислоты или щелочи | 0.5 балла |
| 4. Расчет концентрации искомых ионов | 1.5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 4

1 вариант

1) Уравнение реакции оксида железа (II) с угарным газом:



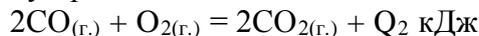
Рассчитываем тепловой эффект реакции:

7.2 г FeO выделяют 1.4 кДж теплоты

72 г (1 моль) выделяют Q_1 кДж теплоты

$$Q_1 = \frac{72 \cdot 1.4}{7.2} = 14 \text{ кДж}$$

2) Уравнение реакции горения угарного газа:



Рассчитываем тепловой эффект реакции:

5.6 г CO выделяют 56.6 кДж теплоты

56 г (2 моля) выделяют Q_2 кДж теплоты

$$Q_2 = \frac{56 \cdot 56.6}{5.6} = 566 \text{ кДж}$$

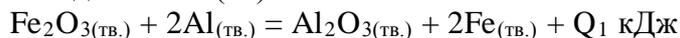
3) Вычитая из второго термохимического уравнения первое с удвоенными коэффициентами, по закону Гесса получаем удвоенную теплоту образования FeO:

$$2Q_{\text{обр.}}(\text{FeO}) = Q_2 - 2Q_1 = 566 - 2 \cdot 14 = 538 \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{обр.}}(\text{FeO}) = \frac{538}{2} = \mathbf{269 \text{ кДж/моль}}$$

2 вариант

1) Уравнение реакции оксида железа (III) и алюминия:



Рассчитываем тепловой эффект реакции:

40 г Fe_2O_3 выделяют 213.15 кДж теплоты

160 г (1 моль) выделяют Q_1 кДж теплоты

$$Q_1 = \frac{160 \cdot 213.15}{40} = 852.6 \text{ кДж}$$

2) Уравнение реакции горения алюминия:



Рассчитываем тепловой эффект реакции:

2.7 г Al выделяют 83.65 кДж теплоты

54 г (2 моля) выделяют Q_2 кДж теплоты

$$Q_2 = \frac{54 \cdot 83.65}{2.7} = 1673 \text{ кДж}$$

3) Вычитая из второго термохимического уравнения первое, по закону Гесса получаем теплоту образования Fe_2O_3 :

$$Q_{\text{обр.}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = Q_2 - Q_1 = 1673 - 852.6 = \mathbf{820.4 \text{ кДж/моль}}$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Записаны уравнения реакций по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Определены тепловые эффекты реакций по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Рассчитана теплота образования оксида железа | 1 балл |

ИТОГО: 5 баллов