

Всероссийская олимпиада школьников по химии

9 класс  
РЕШЕНИЕ

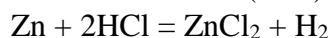
1. На полке в мастерской имеются образцы трех металлов – железа, серебра и цинка. Этикеток на образцах нет. Исследование образцов с помощью концентрированных растворов соляной кислоты, азотной кислоты и гидроксида натрия без нагревания дало следующие результаты («+» означает протекание реакции, а «-» – её отсутствие):

Номер образца металла	Реагенты		
	Азотная кислота (конц.)	Соляная кислота (конц.)	Гидроксид натрия (конц.)
1	+	+	+
2	+	-	-
3	-	+	-

Какие металлы обозначены номерами 1, 2 и 3? Напишите уравнения пяти отмеченных в таблице реакций.

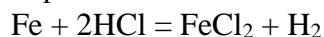
Решение.

Из предложенных металлов только цинк проявляет амфотерные свойства, будет реагировать с гидроксидом натрия. Значит, образец 1 – Zn

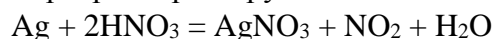


$\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$  (принимаются варианты без формулы комплексного соединения)

Без нагревания железо не реагирует с азотной кислотой, но реагирует с соляной. Значит, образец 3 - Fe



Серебро не реагирует с соляной кислотой, но окисляется азотной. Образец 2 - Ag



Баллы:

Определение образца – по 1 б = 3б

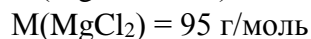
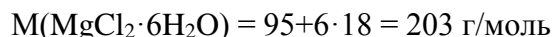
Аргументация выбора – 2б

Уравнения реакций – по 1б = 5б

Итого – 10 б

2. Рассчитайте массу кристаллогидрата  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для растворения в 149,4 мл воды, чтобы получить 10%-ный раствор.

Решение.



Плотность воды 1г/мл, значит вода весит 149,4 г.

Пусть необходимо добавить X моль кристаллогидрата, что составит по массе 203X г. В этой порции содержится сухой соли 95X г.

Масса полученного раствора  $159,4 + 203X$

$$\omega = \frac{95X}{159,4 + 203X} \cdot 100\% = 10\%$$

Решаем уравнение

$$95X = (159,4 + 203X) \cdot 0,1$$

$$X = 0,2$$

Масса кристаллогидрата  $0,2 \cdot 203 = 40,6$  г.

Баллы:

Расчет молярных масс – 1б

Составление уравнения массовой доли – 3б

Решение уравнения – 3б

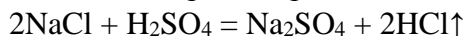
Нахождение массы - 1б

Итого – 8б

3. Соль А при взаимодействии с раствором нитрата серебра образует белый осадок и окрашивает пламя горелки в желтый цвет. При взаимодействии концентрированной серной кислоты с солью А при нагревании образуется газ Б, который растворили в воде. Раствор полученного вещества Б полностью реагирует с 52,2 г оксида Г, содержащего 63,21 % по массе четырехвалентного металла Д с получением газа Е, способного обесцветить окрашенную влажную ткань. Напишите формулы веществ А, Б, В, Г, Д, Е, уравнения описанных реакций. Определите массу исходной соли А.

Решение.

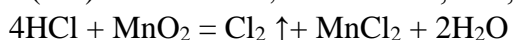
Соль А – хлорид натрия NaCl



Газ Б - HCl

При растворении HCl в воде получается раствор соляной кислоты. Соляная кислота может реагировать с MnO<sub>2</sub>. Рассчитаем массовую долю Mn

$$\omega(\text{Mn}) = 55 / 87 = 0,6321 \text{ или } 63,21\%, \text{ следовательно Г - MnO}_2, \text{ металл - Mn}$$



Газ Е - Cl<sub>2</sub>, хлор способен обесцветить ткань (разрушить пигмент)

согласно уравнения реакций

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 4n(\text{MnO}_2) = 4 \cdot 52,2\text{г} / 87 \text{ г/моль} = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = 2,4 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 140,4 \text{ г}$$

Баллы:

Правильные формулы А-Е – по 1б = 5б

Уравнения реакций – по 1б = 2б

Расчет массовой доли марганца - 1б

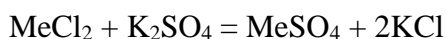
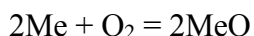
Расчет массы хлорида натрия – 2б

Итого – 10б

4. Сожгли 54,8 г неизвестного двухвалентного металла в избытке кислорода. Получили оксид металла, который полностью растворили в избытке соляной кислоты. При взаимодействии полученного раствора с избытком раствора сульфата калия образуется 93,2 г белого осадка. Определите исходный металл, подтвердите расчетами.

Решение.

Обозначим металл Me



$$n(\text{Me}) = n(\text{MeSO}_4)$$

Обозначим молярную массу металла M

$$\frac{54,8}{M} = \frac{93,2}{M+96}$$

Решив пропорцию получаем  $M = 137$

Молярную массу 137 г/моль имеет Ba. Этот вариант полностью соответствует условию задачи – двухвалентный, его сульфат – белое нерастворимое вещество. Значит металл – барий.

Баллы:

Уравнения реакций – по 1б = 3б

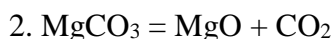
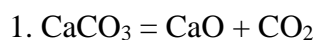
Нахождение молярной массы металла (любым способом) – 3б

Вывод, что металл – барий – 1б

Итого – 7 б

*5. При разложении 7,1 г смеси карбонатов кальция и магния выделилось 3,3 г углекислого газа. Определите массовую долю каждой соли в смеси.*

Решение



Согласно первому уравнению  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

Согласно второму уравнению  $n(\text{MgCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

Пусть  $n(\text{CaCO}_3) = x$ ,  $n(\text{MgCO}_3) = y$ .

$M(\text{CaCO}_3) = 100$  г/моль,  $M(\text{MgCO}_3) = 84$  г/моль,  $M(\text{CO}_2) = 44$  г/моль

$n(\text{CO}_2) = 3,3 \text{ г} / 44 \text{ г/моль} = 0,075$  моль

$$\begin{cases} 100x + 84y = 7,1 \\ x + y = 0,075 \end{cases}$$

Решив эту систему любым способом, получаем  $x=0,05$  моль,  $y = 0,025$  моль

$m(\text{Ca}) = 0,05 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 5 \text{ г}$

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{5}{7,1} \cdot 100 \% = 70,4 \%$$

$$\omega(\text{Mg}) = 100 - 70,4 = 29,6\%$$

Баллы:

Уравнения реакций – по 1б = 2б

Составление системы уравнений – 3б

Решение системы – 2 б

Расчет массовых долей солей - 1 б

Итого – 8 б