

ЗАДАНИЕ 3

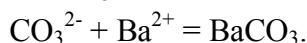
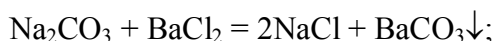
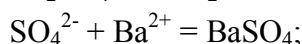
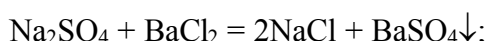
Примеры решения задач

Пример 1.

В четырех пробирках без надписей находятся растворы следующих веществ: сульфата натрия, карбоната натрия, нитрата натрия и йодида натрия. Покажите, с помощью каких реагентов можно определить, где какая соль находится. Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

Решение:

1. К растворам прильем раствор хлорида бария. В пробирках, содержащих сульфат натрия и карбонат натрия, выпадают белые осадки:

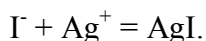
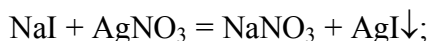


2. К полученным осадкам приливаем раствор соляной кислоты. Карбонат бария растворяется с образованием газообразного оксида углерода (IV), а сульфат бария не растворяется:



Таким образом, определили сульфат натрия и карбонат натрия.

3. К оставшимся растворам нитрата натрия и йодида натрия прильем раствор нитрата серебра. В пробирке, содержащей йодид натрия, выпадает желтый творожистый осадок:



В пробирке, содержащей нитрат натрия, ничего не происходит.

Определили йодид натрия и нитрат натрия.

Пример 2.

Укажите, с помощью каких реакций можно синтезировать нитрат аммония из простых веществ. Каким образом из него получают свободные кислород, водород, азот? Напишите уравнения соответствующих реакций.

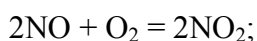
Решение:

1. Прямой синтез нитрата аммония NH_4NO_3 из простых веществ, конечно, невозможен.

Из простых веществ получим аммиак NH_3 :

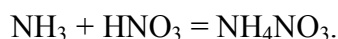
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ (катализатор – губчатое железо, с добавками Al_2O_3 , K_2O , CaO , MgO , SiO_2 и др.; температура – 450–500 °С; давление – от 10 до 300 атм.).

Из аммиака получим азотную кислоту:

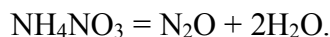




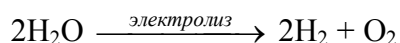
Аммиак реагирует с азотной кислотой с образованием нитрата аммония:



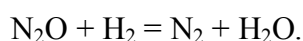
2. Получить кислород, водород и азот термическим разложением нитрата аммония невозможно, нитрат аммония разлагается на оксид азота (I) и воду:



Собираем газ и конденсируем воду, затем проводим электролиз воды, в результате образуются водород и кислород:



Оксид азота (I) можно разложить на азот и кислород, но их трудно разделить, поэтому подвергнем его взаимодействию с водородом:



Получили азот.

Пример 3.

Имеется раствор, содержащий одновременно серную и азотную кислоты. Определите массовую долю (%) каждой из кислот в растворе, если при нейтрализации 10 г этого раствора расходуется 12,5 мл 19 %-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,19 г/мл), а при добавлении к 10 г такого же раствора избытка хлорида бария образуется 2,33 г осадка.

Дано:

$$m \text{ (р-ра)} = 10 \text{ г}$$

$$V \text{ (р-ра KOH)} = 12,5 \text{ мл}$$

$$\omega \text{ (KOH)} = 19 \%$$

$$\rho = 1,19 \text{ г/мл}$$

$$m \text{ (осадка)} = 2,33 \text{ г}$$

$$M \text{ (BaSO}_4\text{)} = 233 \text{ г/моль}$$

$$M \text{ (HNO}_3\text{)} = 63 \text{ г/моль}$$

$$M \text{ (H}_2\text{SO}_4\text{)} = 98 \text{ г/моль}$$

$$M \text{ (KOH)} = 56 \text{ г/моль}$$

Найти:

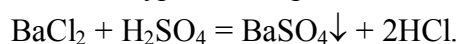
$$\omega \text{ (H}_2\text{SO}_4\text{)}$$

$$\omega \text{ (HNO}_3\text{)}$$

Решение:

С раствором гидроксида калия реагирует серная и азотная кислоты, а с раствором хлорида бария – только серная кислота, поэтому сначала определим массу серной кислоты, содержащейся в растворе.

Запишем уравнение реакции взаимодействия серной кислоты и хлорида бария:



По условию задачи масса образующегося сульфата бария равна 2,33 г. Определим количество вещества сульфата бария:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,33}{233} = 0,01 \text{ (моль)}.$$

Следовательно, серной кислоты в растворе содержится также 0,01 моль (соотношение $n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{BaSO}_4)$ равно 1 : 1). Вычислим массу серной кислоты:

$$m = n \cdot M = 0,01 \cdot 98 = 0,98 \text{ (г)}.$$

Вычислим массу азотной кислоты, содержащейся в растворе. Запишем уравнения реакций взаимодействия азотной и серной кислот с гидроксидом калия:



Определим количество вещества гидроксида калия, вступившего в реакции. Масса раствора гидроксида калия равна:

$$m(\text{р-ра}) = V \cdot \rho = 12,5 \cdot 1,19 = 14,88 \text{ (г)},$$

тогда масса вещества равна:

$$m(\text{KOH}) = \frac{\omega \cdot m(\text{р-ра})}{100} = \frac{19 \cdot 14,88}{100} = 2,83 \text{ (г)}.$$

Вычислим количество вещества гидроксида калия:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,83}{56} = 0,05 \text{ (моль)}.$$

На реакцию взаимодействия гидроксида калия с серной кислотой (2) в количестве 0,01 моль расходуется 0,02 моль KOH (соотношение $n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{KOH})$ равно 1 : 2). Тогда на реакцию с азотной кислотой (1) останется 0,03 моль (0,05 – 0,02) KOH. Следовательно, азотной кислоты в растворе содержится 0,03 моль (соотношение $n(\text{HNO}_3) : n(\text{KOH})$ равно 1 : 1). Определим массу азотной кислоты:

$$m = n \cdot M = 0,03 \cdot 63 = 1,89 \text{ (г)}.$$

Таким образом, исходный раствор содержит: 0,98 г H_2SO_4 ; 1,89 г HNO_3 , масса раствора равна 10 г. Определим массовые доли кислот в растворе:

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 = \frac{1,89}{10} \cdot 100 = 18,9 \text{ (\%)};$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 = \frac{0,98}{10} \cdot 100 = 9,8 \text{ (\%)}.$$

Ответ: $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,8 \text{ \%}$; $\omega(\text{HNO}_3) = 18,9 \text{ \%}$.

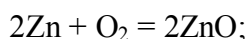
Пример 4.

Укажите, какой состав имеют цинковые белила, напишите уравнения реакций их получения.

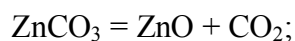
Решение:

Цинковые белила – оксид цинка ZnO .

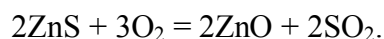
Получается при горении металлического цинка:



при термическом разложении солей:



в промышленности – при переработке цинковых сульфидных руд:



Пример 5.

Вычислите, какую массу (в кг) кальциевой селитры, используемой в качестве удобрения, можно получить из 148 кг гашеной извести, содержащей 8 % посторонних примесей.

Дано:

$$m(\text{гаш. извести}) = 148 \text{ кг}$$

$$\omega(\text{примесей}) = 8 \%$$

$$M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ г/моль}$$

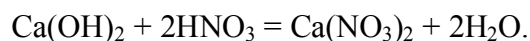
$$M(\text{Ca(NO}_3)_2) = 164 \text{ г/моль}$$

Найти:

$$m(\text{Ca(NO}_3)_2)$$

Решение:

Нитрат калия образуется при взаимодействии гашеной извести (основной компонент – гидроксид кальция) с азотной кислотой:



Вычислим массу гидроксида кальция, содержащуюся в гашеной извести.

Поскольку массовая доля примесей составляет 8 %, то массовая доля гидроксида кальция составляет 92 % (100 – 8). Из определения массовой доли масса гидроксида кальция равна:

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{\omega \cdot m(\text{гашеной извести})}{100} = \frac{92 \cdot 148}{100} = 136,16 \text{ (кг)}.$$

Определим количество вещества гидроксида кальция:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{136,16}{74} = 1,84 \text{ (кмоль)}.$$

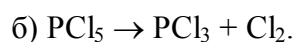
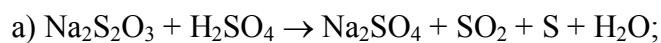
По уравнению реакции из 1 моля гидроксида кальция образуется 1 моль нитрата кальция, следовательно, из 1,84 кмоль гидроксида кальция образуется 1,84 моль нитрата кальция. Вычислим массу нитрата кальция:

$$m = n \cdot M = 1,84 \cdot 164 = 301,76 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Ответ: } m(\text{Ca(NO}_3)_2) = 301,76 \text{ кг}$$

Пример 6.

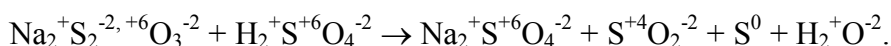
В следующих схемах расставьте коэффициенты и укажите степень окисления элементов, изменивших ее в процессе реакции:



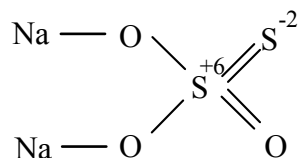
Решение:



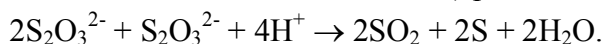
Расставим степени окисления всех элементов:



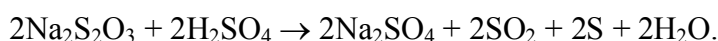
В тиосульфат-ионе $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ сера находится в двух степенях окисления +6 и -2. Структурная формула имеет вид:



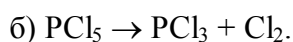
Тиосульфат-ион является одновременно окислителем (серы в степени окисления +6) и восстановителем (серы в степени окисления -2). В результате образуется оксид серы (IV) (серы в степени окисления +4) и свободная сера (серы в степени окисления 0). Запишем полуреакции процессов окисления и восстановления:



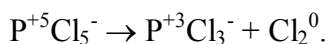
Расставим полученные коэффициенты:



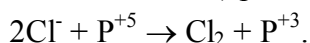
Перед всеми веществами стоит коэффициент 2, его можно сократить:



Расставим степени окисления всех элементов:



Фосфор в степени окисления +5 является окислителем, изменяя степень окисления до +3, хлор в степени окисления -1 является восстановителем, изменяя степень окисления до 0. Покажем переход электронов:

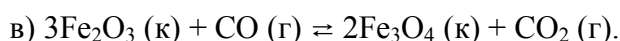
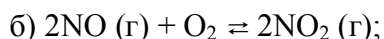
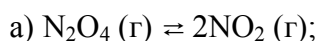


Расставим полученные коэффициенты:



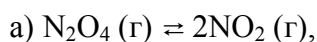
Пример 7.

Укажите, как повлияет уменьшение давления на равновесие в реакциях:

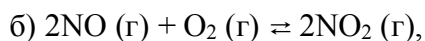


Решение:

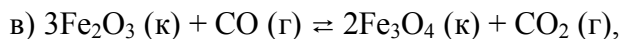
Согласно принципу Ле Шателье: если на систему, находящуюся в равновесии, оказать внешнее воздействие, то в результате протекающих в ней процессов положение равновесия смещается в сторону, ослабляющее это воздействие, при уменьшении давления равновесие в обратимом процессе смещается в сторону увеличения давления.



процесс протекает с увеличением объема ($1 < 2$), т.е. увеличением давления, поэтому равновесие смещается в сторону продуктов реакции.



процесс протекает с уменьшением объема ($3 > 2$), т.е. увеличением давления, поэтому равновесие смещается в исходных веществ.



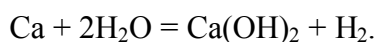
процесс протекает без изменения объема, уменьшение давления не оказывает влияния на состояние равновесия.

Пример 8.

Объясните, почему нельзя тушить воспламенившийся металлический кальций водой. Напишите уравнения реакций.

Решение:

Металлический кальций реагирует с водой, поэтому добавление воды к горящему кальцию только усилит процесс. Запишем уравнение реакции взаимодействия кальция с водой:



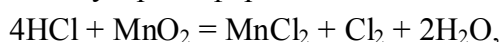
Пример 9.

Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: $Cl^- \rightarrow Cl_2 \rightarrow Cl^- \rightarrow AgCl$.

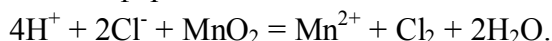
Решение:

1. Взаимодействие оксида марганца (IV) с концентрированной соляной кислотой:

молекулярная форма:



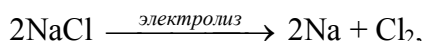
ионная форма



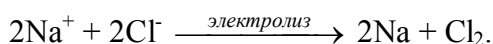
Электролиз расплава хлорида натрия:

молекулярная форма:

молекулярная форма:

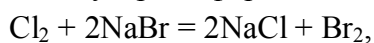


ионная форма

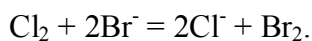


2. Взаимодействие хлора с раствором бромида натрия:

молекулярная форма:

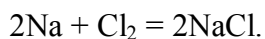


ионная форма:

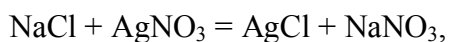


Взаимодействие металлического натрия и газообразного хлора:

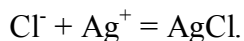
молекулярная форма:



3. Взаимодействие раствора хлорида натрия с раствором нитрата серебра:

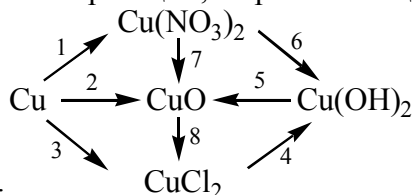


ионная форма:



Пример 10.

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить



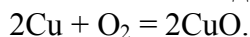
следующие превращения:

Решение:

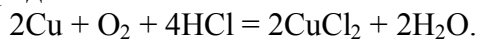
1. Взаимодействие меди с разбавленной азотной кислотой:



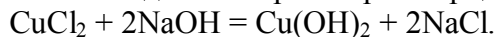
2. Окисление меди кислородом:



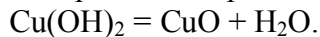
3. Взаимодействие меди с концентрированной соляной кислотой в присутствии кислорода:



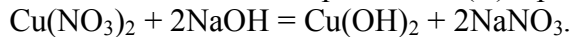
4. Взаимодействие раствора хлорида меди (II) с раствором гидроксида натрия:



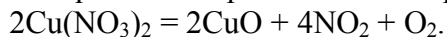
5. Термическое разложение гидроксида меди (II):



6. Взаимодействие нитрата меди (II) с раствором гидроксида натрия:



7. Термическое разложение нитрата меди (II):



8. Взаимодействие оксида меди (II) с соляной кислотой:

