

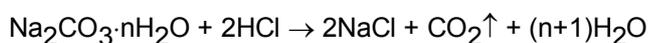
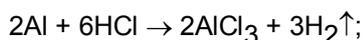
9 класс

Задача 1.

Найдем количество вещества и массу газовой смеси:

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101,3 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 6,11 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 0,25 \text{ моль};$$

$$m = \rho \cdot V = 0,769 \frac{\text{г}}{\text{л}} \cdot 6,11 \text{ л} = 4,7 \text{ г}.$$

Кремний не реагирует с HCl, поэтому осадок – это кремний, $m(\text{Si})=4,2 \text{ г}$.Пусть в первую реакцию вступило x моль Al, а во вторую – y моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Составим систему уравнений, выразив количества и массу выделившихся газов.

$$1,5 \cdot x + y = 0,25$$

$$1,5 \cdot x \cdot 2 + 44 \cdot y = 4,7$$

Решение системы $x = 0,1$; $y = 0,1$. $n(\text{Al}) = 0,1$ моль; $n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 0,1$ моль.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 35,5 - m(\text{Si}) - m(\text{Al}) = 35,5 - 4,2 - 2,7 = 28,6 \text{ г}.$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 28,6 / 0,1 = 286 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 106 + 18 \cdot n = 286, \text{ откуда } n = 10.$$

Искомый кристаллогидрат - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, декагидрат карбоната натрия.

Найдем массовые доли веществ в конечном растворе.

$$m_{p-pa} = m_{смеси} + m_{(p-pa \text{ HCl})} - m_{Si} - m_{(газ.смеси)} =$$

$$= 35,5 + 300 - 4,2 - 4,7 = 326,6 \text{ г}.$$

$$\omega(\text{AlCl}_3) = \frac{0,1 \cdot 133,5}{326,6} = 0,0409 \text{ (4,09\%)}$$

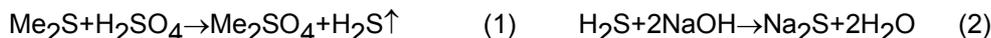
$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{0,2 \cdot 58,5}{326,6} = 0,0358 \text{ (3,58\%)}$$

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{300 \cdot 0,1 - (0,3 + 0,2) \cdot 36,5}{326,6} = 0,036 \text{ (3,6\%)}$$

Ответ: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\omega(\text{AlCl}_3) = 4,09\%$, $\omega(\text{NaCl}) = 3,58\%$, $\omega(\text{HCl}) = 3,6\%$.

Задача 2.

При взаимодействии сульфида с разбавленным раствором серной кислоты может выделиться только сероводород, который в реакции со щелочью вновь образует сульфид. Поскольку в условии задачи сказано, что щелочь вступила в реакцию не полностью, гидросульфид образоваться не мог:



Вычислим количество вещества щелочи в растворе:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(p - pa\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{100 \cdot 0,24}{40} = 0,6 \text{ моль.}$$

Примем, что $n_{\text{обр}}(\text{Na}_2\text{S}) = n_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = x$ моль.

По уравнению реакции (2): $n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{S}) = 2 \cdot x$.

Таким образом, можно составить уравнение: $2 \cdot x + x = 0,6$, откуда $x = 0,2$.

Следовательно, $n(\text{Me}_2\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,2$ моль.

Теперь можно рассчитать молярную массу исходного сульфида и определить, какой металл входил в его состав:

$$M(\text{Me}_2\text{S}) = m(\text{Me}_2\text{S}) / n(\text{Me}_2\text{S}) = 22 / 0,2 = 110 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{Me}) = [M(\text{Me}_2\text{S}) - M(\text{S})] / 2 = [110 - 32] / 2 = 39 \text{ г/моль. Таковую молярную массу имеет калий.}$$

Задача 3.

Обозначим объем колбы через V л. Тогда количество вещества HCl равно:

$$n(\text{HCl}) = V / V_m = V / 22,4 \text{ (моль), а масса } m(\text{HCl}) = M(\text{HCl}) \cdot n(\text{HCl}) =$$

$= 36,5 \text{ г/моль} \cdot (V / 22,4) \text{ моль} = 1,63V \text{ (г)}$. После заполнения колбы водой масса раствора (с учетом того, что плотность воды 1 г/мл или 1000 г/л) стала равна:

$$m = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl}) = 1000 \text{ г/л} \cdot V \text{ л} + 36,5 \text{ г/моль} \cdot (V / 22,4) \text{ моль} =$$

$$1001,63 \cdot V \text{ (г)}.$$

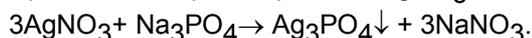
Определим массовую долю HCl :

$$\omega(\text{HCl}) = [1,63V / (1001,63V)] \cdot 100\% = 0,163\%.$$

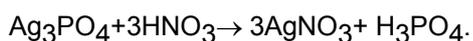
Задача 4.

№1 – HNO_3 ; №2 – AgNO_3 ; №3 – NaCl ; №4 – Na_3PO_4 .

При сливании растворов №2 AgNO_3 и №4 Na_3PO_4 образуется бледно-желтый осадок фосфата серебра:



Фосфат серебра – это труднорастворимая соль фосфорной кислоты (кислоты средней силы) и она растворяется в более сильных минеральных кислотах:



При сливании №2 AgNO_3 и №3 NaCl выпадает белый осадок хлорида серебра: $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$.

9 класс

Задача 1.

Запишем уравнения протекающих реакций:



Обозначим объем исходного раствора через V л, тогда количество нитрит-ионов в этом растворе равно $0,1V$ моль. К этому раствору прибавили $20\text{г/л} \cdot 0,05\text{л}/160\text{г/моль} = 0,00625$ моль брома. Избыток брома прореагировал с $\omega \cdot V \cdot \rho / M = (0,1 \cdot 5,15\text{мл} \cdot 1,09\text{г/мл}) / 126\text{г/моль} = 0,004455$ моль сульфита натрия. По разности найдем, что в реакцию (1) вступило $0,00625 - 0,004455 = 0,001795$ моль брома. С этим количеством брома прореагировало столько же нитритов:

$0,1V = 0,001795$ моль. Отсюда: $V = 0,01795\text{л} = 17,95\text{мл}$.

Задача 2.

Рассчитаем массу сульфата магния в водном растворе, находящемся под колпаком. Для этого сначала вычислим массовую долю сульфата магния в насыщенном растворе:

$$\omega(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / [m(\text{MgSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})] =$$

$= 35,5 / (35,5 + 100) = 0,262$ или 26,2%. В 400г насыщенного раствора содержится: $m(\text{MgSO}_4) = \omega(\text{MgSO}_4) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,262 \cdot 400\text{г} = 104,8\text{г}$ сульфата магния. Во втором сосуде под колпаком находится 20г или $20 / 142 = 0,14$ моль сульфата натрия. В соответствии с химической формулой кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ на гидратацию такого количества сульфата натрия требуется 1,4 моль или $1,4 \cdot 18 = 25,2\text{г}$ воды. После полной гидратации сульфата натрия масса насыщенного раствора сульфата магния уменьшилась на 25,2г и стала равна $400 - 25,2 = 374,8\text{г}$. Избыточное количество сульфата магния выпало в осадок в виде $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Таким образом, весь сульфат магния распределился между двумя фазами: часть перешла в твердую фазу в составе $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, а часть осталась в растворе:

$m(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4 \text{ в р-ре}) + m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе})$. Обозначим массу выпавшего кристаллогидрата через x г, тогда зная массовую долю MgSO_4 в кристаллогидрате $\omega(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$

$= M(\text{MgSO}_4) / M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 120 / 246 = 0,4878$, находим массу MgSO_4 перешедшего в твердую фазу:

$m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}) = 0,4878 \cdot x$. Масса раствора при этом уменьшилась до $(374,8 - x)\text{г}$. Содержание сульфата магния в этом растворе определяется его растворимостью и равно $0,262 \cdot (374,8 - x)$ г MgSO_4 .

Составим уравнение баланса:

$$m(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4 \text{ в р-ре}) + m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}) = 0,262(374,8 - x) + 0,4878x =$$

$= 104,8$. Отсюда: $x = 29,23\text{г}$. Таким образом, после полной гидратации сульфата натрия выпало 29,23 г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Задача 3.

Найдем количество вещества йода: $n(\text{I}_2) = m/M = 0,254\text{г}/254\text{г/моль} = 0,001$ моль. В 1л воды содержится

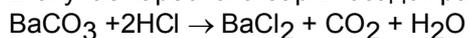
$n(\text{H}_2\text{O}) = m/M = (1\text{л} \cdot 1000\text{г/л}) / 18\text{г/моль} = 55,56$ моль воды. Следовательно, на 0,001 моль молекул йода приходится 55,56 моль воды, а на 1 моль молекул йода – в 1000 раз больше, т.е. 55560 моль воды.

Задача 4.

В качестве универсального реагента для идентификации этих труднорастворимых солей можно использовать HCl или HNO_3 .

При добавлении любой из указанных кислот к фосфату бария осадок растворится: $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$.

В случае карбоната бария осадок растворится и выделится газ:



Сульфат бария в кислотах не растворится: $\text{BaSO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$.