Задачи с редкими реакциями и реакциями-«исключениями»

1. Смесь нитрата меди (II) и карбоната натрия массой 51,48 г прокалили, при этом образовалось 13,44 л (при н. у.) газа. Твердый остаток растворили в 200 г 15%-го раствора соляной кислоты. Вычислите массовую долю хлороводорода в полученном растворе. *(Ответ: 3,63%)*
2. При прокаливании смеси нитрата лития и гидрокарбоната калия, содержащей 84,46% гидрокарбоната калия по массе, выделилось 1,68 л (н.у.) углекислого газа. Твердый остаток растворили в 120 мл воды. Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе. *(Ответ: 7,9%, 0,73%)*
3. В раствор, полученный при полном электролизе 200 г 5,95%-го раствора нитрата серебра, поместили 2,6 г цинка, при этом не наблюдалось выделения газа. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе. *(Ответ: 2,73%, 0,29%)*
4. Если смесь сульфида цинка и сульфида меди обработать избытком соляной кислоты, то выделится 6,8 г газа. Если такую же смесь растворить в горячей концентрированной азотной кислоте, то выделится 89,6 л (при н.у.) газа. Вычислите массовую долю серы как элемента в исходной смеси. *(Ответ: 33,2%)*
5. При взаимодействии смеси железа и цинка с концентрированной серной кислотой выделилось 19,04 л (при н.у.) газа с резким запахом. Если такую же смесь такой же массы прохлорировать, а продукты реакции добавить к избытку раствора гидроксида натрия, то выпадет 32,1 г осадка. Вычислите массовую долю железа в исходной смеси. *(Ответ: 23,32%)*
6. В 80 мл воды растворили 6,5 г хлорида железа (III) и 3,42 г дигидрата хлорида меди (II). Через полученный раствор пропускали сероводород до прекращения выпадения осадка. Вычислите массовые доли веществ в итоговом растворе. *(Ответ: 5,72%, 3,39%)*
7. Твердую смесь нитратов лития и аммония прокалили, при этом образовался твердый остаток массой 12 г и газовая смесь, объем которой после приведения ее к нормальным условиям составил 25,76 л. Вычислите массовую долю солей в исходной смеси. *(Ответ: 82,14%, 17,86%)*
8. Раствор фторида серебра массой 120 г подвергли электролизу, при этом его масса уменьшилась на 9,28 г. При пропускании через полученный раствор избытка сероводорода выпало 4,96 г осадка. Вычислите массовую долю соли в исходном растворе. *(Ответ: 12,7%)*

Ответы

№ 1

Составим уравнения реакций:

$2Cu(NO_3)_2 = 2CuO + 4NO_2 + O_2$

$CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$

$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 + H_2O$

Вычислим количества веществ, вступивших в реакцию с соляной кислотой:

n(газов) = 13,44 : 22 ,4 = 0,6 моль

$n(O_2) = \frac{1}{5}n$(газов) = 0,6 : 5 = 0,12 моль

$n(CuO) = n(Cu(NO_3)_2) = 2n(O_2)$ = 0,24 моль

$m(Cu(NO_3)_2)$ = 0,24 · 188 = 45,12 г

$m(Na_2CO_3)$ = 51,48 – 45,12 = 6,36 г

$n(Na_2CO_3)$ = 6,36 : 106 = 0,06 моль

Вычислим массу оставшейся соляной кислоты

$m_{исх}(HCl)$ = 200 · 0,15 = 30 г

$n(HCl_{прореаг.}) = 2n(CuO) + 2n(Na_2CO_3)$ = 0,24 · 2 + 0,06 · 2 = 0,6 моль

$m(HCl_{прореаг.})$ = 0,6 · 36,5 = 21,9 г

$m(HCl_{ост.})$ = 30 – 21,9 = 8,1 г

Вычислим массовую долю соляной кислоты

m(р-ра) = $m_{исх.\ р\text{-}ра}(HCl) + m(CuO) + m(Na_2CO_3) - m(CO_2)$ = 200 + 0,24 · 80 + 6,36 – 0,06 · 44 =
= 222,92 г

ω(HCl) = 8,1 : 222,92 · 100% = 3,63%

№2

Составим уравнения реакций:

$4LiNO_3 = 2Li_2O + NO_2 + O_2$

$2KHCO_3 = K_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

$Li_2O + H_2O = 2LiOH$

Вычислим количества веществ в смеси:

$n(CO_2)$ = 1,68 : 22 ,4 = 0,075 моль

$n(KHCO_3) = 2n(CO_2)$ = 0,15 моль

$m(KHCO_3)$ = 0,15 · 100 = 15 г

Массу нитрата лития можно найти по пропорции

15 г – 84,46%

$m(LiNO_3)$ – 15,54%

$m(LiNO_3)$ = 2,76 г

$n(LiNO_3)$ = 2,76 : 0,04 моль

Вычислим массовые доли веществ в растворе

$n(K_2CO_3) = n(CO_2)$ = 0,075 моль

$m(K_2CO_3)$ = 0,075 · 138 = 10,35 г

$n(Li_2O) = 0,5n(LiNO_3)$ = 0,02 моль

$m(Li_2O)$ = 0,02 · 30 = 0,6 г

$n(LiOH) = 2n(Li_2O)$ = 0,04 моль

$m(LiOH)$ = 0,04 · 24 = 0,96 г

$m_{р\text{-}ра} = m(H_2O) + m(Li_2O) + m(K_2CO_3)$ = 120 + 0,6 + 10,35 = 130,95 г

$\omega(K_2CO_3)$ = 10,35 : 130,95 · 100% = 7,9%

ω(LiOH) = 0,96 : 130,95 · 100% = 0,73%

№3

Запишем уравнения реакций:

$4AgNO_3 + 2H_2O = 4Ag + O_2 + 4HNO_3$

$4Zn + 10HNO_3 = 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

Вычислим количества веществ:

$m(AgNO_3) = 200 \cdot 0{,}0595 = 11{,}9$ г

$n(AgNO_3) = 11{,}9 : 170 = 0{,}07$ моль

$n(Zn) = 2{,}6 : 65 = 0{,}04$ моль

$n(HNO_3) = n(AgNO_3) = 0{,}07$ моль

$\frac{0{,}04}{4} > \frac{0{,}07}{10}$, Zn в избытке

$n(Zn(NO_3)_2) = \frac{4}{10} n(HNO_3) = 0{,}028$ моль

$m(Zn(NO_3)_2) = 0{,}028 \cdot 189 = 5{,}292$ г

$n(NH_4NO_3) = \frac{1}{10} n(HNO_3) = 0{,}007$ моль

$m(NH_4NO_3) = 0{,}007 \cdot 80 = 0{,}56$ г

Составим выражение для вычисления массы конечного раствора:

$m_{р\text{-}ра} = m(AgNO_3)_{р\text{-}р} + m(Zn)_{прор.} - m(Ag) - m(O_2) = 200 + 0{,}028 \cdot 65 - 0{,}07 \cdot 108 - 0{,}0175 \cdot 32 =$
$= 193{,}7$ г

Вычислим массовые доли веществ:

$\omega(Zn(NO_3)_2) = 5{,}292 : 193{,}7 = 0{,}0273$ или 2,73%

$\omega(NH_4NO_3) = 0{,}56 : 193{,}7 = 0{,}0029$ или 0,29%

№4

Запишем уравнения реакций:

$ZnS + 2HCl = ZnCl_2 + H_2S$ (1)

$ZnS + 8HNO_3 = ZnSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$ (2)

$CuS + 8HNO_3 = CuSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$ (3)

Вычислим количества и массы сульфидов в смеси:

$n(H_2S) = n(ZnS) = 6{,}8 : 34 = 0{,}2$ моль

$m(ZnS) = 0{,}2 \cdot 97 = 19{,}4$ г

$n_{общ.}(NO_2) = 89{,}6 : 22{,}4 = 4$ моль

$n_2(NO_2) = 8n(ZnS) = 1{,}6$ моль $\Longrightarrow n_3(NO_2) = 4 - 1{,}6 = 2{,}4$ моль

$n(CuS) = 1/8\ n_3(NO_2) = 2{,}4 : 8 = 0{,}3$ моль

$m(CuS) = 0{,}3 \cdot 96 = 28{,}8$ г

Вычислим массовую долю серы:

$n(S) = n(ZnS) + n(CuS) = 0{,}2 + 0{,}3 = 0{,}5$ моль

$m(S) = 0{,}5 \cdot 32 = 16$ г

$\omega(S) = 16 : (19{,}4 + 28{,}8) \cdot 100\% = 33{,}2\%$

№5

Запишем уравнени реакций:

$Zn + 2H_2SO_4 = ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$Zn + Cl_2 = ZnCl_2$

$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$

$ZnCl_2 + 4NaOH = 2NaCl + Na_2[Zn(OH)_4]$

$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 + 3NaCl$

Вычислим массовую долю железа:

$n(SO_2) = n(Zn) = 19{,}04 : 22{,}4 = 0{,}85$ моль

$m(Zn) = 0{,}85 \cdot 65 = 55{,}25$ г

$n(Fe(OH)_3) = 32,1 : 107 = 0,3$ моль
$n(Fe) = 0,3$ моль; $m(Fe) = 0,3 \cdot 56 = 16,8$ г
$\omega(Fe) = 16,8 : (55,25 + 16,8) \cdot 100\% = 23,32\%$

№6

Запишем уравнения реакций:

$CuCl_2 \cdot 2H_2O_{(тв)} = CuCl_{2(р\text{-}р)} + 2H_2O_{(ж)}$ (можно не записывать)
$CuCl_2 + H_2S = CuS + 2HCl$ (1)
$2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + 2HCl + S$ (2)

Вычислим количества и массы веществ в полученном растворе

$n(CuCl_2) = n(CuCl_2 \cdot 2H_2O) = 3,42 : 171 = 0,02$ моль
$n(FeCl_3) = 6,5 : 162,5 = 0,04$ моль
$n(FeCl_2) = n(FeCl_3) = 0,04$ моль
$m(FeCl_2) = 0,04 \cdot 127 = 5,08$ г
$n(HCl) = n_1(HCl) + n_2(HCl) = 0,04 + 0,04 = 0,08$ моль
$m(HCl) = 0,08 \cdot 36,5 = 2,92$ г

Вычислим массовые доли веществ в растворе:

$m(р\text{-}ра) = m(H_2O) + m(FeCl_3) + m(CuCl_2 \cdot 2H_2O) + m(H_2S) - m(CuS) - m(S) = 80 \cdot 1 + 6,5 +$
$+ 3,42 + 34 \cdot (0,02 + 0,02) - 96 \cdot 0,02 - 32 \cdot 0,02 = 88,72$ г
$\omega(FeCl_2) = 5,08 : 88,72 \cdot 100\% = 5,73\%$
$\omega(HCl) = 2,92 : 88,72 \cdot 100\% = 3,29\%$

№7

Запишем уравнения реакций:

$4LiNO_3 = 2Li_2O + 4NO_2 + O_2$
$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$

Вычислим количества и массы веществ в смеси

$n(Li_2O) = 12 : 30 = 0,4$ моль
$n(NO_2) = 2n(Li_2O) = 0,8$ моль; $n(O_2) = 0,5n(Li_2O) = 0,2$ моль
$n(LiNO_3) = 2n(Li_2O) = 0,8$ моль
$m(LiNO_3) = 0,8 \cdot 69 = 55,2$ г
$n(NO_2 + O_2 + N_2O) = 25,76 : 22,4 = 1,15$ моль
$n(N_2O) = 1,15 - n(NO_2) - n(O_2) = 0,15$ моль
$n(NH_4NO_3) = n(N_2O) = 0,15$ моль; $m(NH_4NO_3) = 0,15 \cdot 80 = 12$ г

Вычислим массовые доли веществ в смеси:

$\omega(LiNO_3) = 55,2 : (55,2 + 12) \cdot 100\% = 82,14\%$
$\omega(NH_4NO_3) = 12 : (55,2 + 12) \cdot 100\% = 17,86\%$

№8

Запишем уравнения реакций

$4AgF + 2H_2O = 4Ag + O_2 + 4HF$ (1)
$2AgF + H_2S = Ag_2S + 2HF$ (2)

Определим количество фторида серебра, подвергшегося электролизу

Пусть $n(O_2) = x$ моль, тогда $n(Ag) = 4x$ моль
$32 \cdot x + 108 \cdot 4x = 9,28 \Longrightarrow x = 0,02$ моль; $n_1(AgF) = 4x = 0,08$ моль

Вычислим массовую долю соли в исходном растворе:

$n(Ag_2S) = 4,96 : 248 = 0,02$ моль
$n_2(AgF) = 2n(Ag_2S) = 0,04$ моль
$n_{общ.}(AgF) = n_1(AgF) + n_2(AgF) = 0,08 + 0,04 = 0,12$ моль; $m(AgF) = 0,12 \cdot 127 = 15,24$ г
$\omega(AgF) = 15,24 : 120 \cdot 100\% = 12,7\%$