Решение расчетных задач с использованием понятия «массовая доля вещества» в задаче №34 Единого государственного экзамена по химии.

подготовила учитель химии
МБОУ Сургутский естественно-научный лицей
Ященко Надежда Вячеславовна

Задача №1.

При нагревании образца карбоната кальция часть вещества разложилась. При этом выделилось 4,48л (н.у.) углекислого газа. Масса твердого остатка составила 41,2г. Этот остаток добавили к 465, 5г раствора соляной кислоты, взятой в избытке. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

1) $CaCO_3 = CaO + CO_2$

$CaCO_3 + 2HCL = CaCL_2 + CO_2 + H_2O$

$CaO + 2HCL = CaCL_2 + H_2O$

2) Находим количество вещества соединений в твердом остатке:

$n(CO_2) = V/Vm = 4,48/22,4 = 0,2$ моль

$n(CaO) = n(CO_2) = 0,2$ моль

$m(CaO) = n \times M = 0,2 \times 56 = 11,2$г

$m\ (CaCO_3$ остаток$) = 41,2 - 11,2 = 30$г

$n(CaCO_3$ остаток$) = m/M = 30/100 = 0,3$ моль

3) Вычисляем массу соли в полученном растворе:

$n(CaCL_2) = n(CaO) + n(CaCO_3) = 0,5$моль

$m(CaCL_2) = n \times M = 0,5 \times 111 = 55,5$г

$n(CO_2) = n(CaCO_3$ остаток$) = 0,3$ моль

$m(CO_2) = n \times M = 0,3 \times 44 = 13,3$г

4) Находим массовую долю хлорида кальция в растворе:

$m(раствора) = 41,2 + 465,5 - 13,2 = 493,5$г

$w(CaCL_2) = m(CaCL_2)/m(раствора) = 55,5/493,5 = 0,112 (11,2\%)$

Задача №2.

Определите массовые доли (в %) сульфата железа (II) и сульфида алюминия в смеси, если при обработке 25г этой смеси водой выделяется газ, который полностью прореагировал с 960г 5%-ного раствора сульфата меди(II).

1) $AL_2S_3 + 6H_2O = AL(OH)_3 + 3H_2S\uparrow$

$CuSO_4 + H_2S\uparrow = CuS + H_2SO_4$

2) Рассчитываем количество вещества сероводорода:

$n(CuSO_4) = 960 \times 0,05/160 = 0,3$моль

$n(H_2S) = n(CuSO_4) = 0,3$моль

3) Рассчитываем количество вещества и массы сульфида алюминия сульфата железа(II):

$n(AL_2S_3) = \frac{1}{3} n(H_2S) = 0,1$моль

$m(AL_2S_3) = 0,1 \times 150 = 15$г

$m(FeSO_4) = 25 - 15 = 10$г

4) Рассчитываем массовые дол солей в исходной смеси:

$w(FeSO_4) = m(FeSO_4) / m(\text{смеси}) = 10 / 25 = 0,4$ (40%)

$w(AL_2S_3) = m(AL_2S_3) / m(\text{смеси}) = 15 / 25 = 0,6$ (60%)

Задача №3.

При растворении 5,75г натрия в воде получили раствор с массовой долей вещества 20%. К этому раствору добавили 44,5г 15%-ного раствора хлорида алюминия. При этом образовался тетрагидроксоалюминат натрия. Определите массовую долю щелочи в полученном растворе.

1) $2Na+2H_2O \rightarrow 2NaOH+H_2\uparrow$

Рассчитываем количество вещества реагентов, определяем избыток и недостаток:

$n(Na)=5,75/23=0,25$моль

$n(ALCL_3)= 44,5\times0,15/133,5=0,05$моль

$n(NaOH)=n(Na)=0,25$моль (избыток)

$ALCL_3+4NaOH \rightarrow Na\,[AL(OH)_4]+3NaCL$

2) Определим массу исходного раствора гидроксида натрия:

$m(NaOH)=0,25\times40=10$г

$m(р\text{-}ра\ NaOH)=10/0,2=50$г

3) Определим массу оставшегося гидроксида натрия:

$n(NaOH$ прореагировало$)=4n\ (ALCL_3)= 0,2$моль

$n(NaOH$ осталось в растворе$)=0,25- 0,2$моль$=0,05$моль

$m(NaOH)=0,05\times40=2$г

4) Вычисляем массовую долю NaOH в конечном растворе:

$w(NaOH)=2 / (50+44,5)=2 / 94,5=0,021$ (2,1%)

Задача №4.

Смешали 100мл 30%-ного раствора хлорной кислоты (плотность 1,11г/мл) и 300мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,1г/мл). Сколько мл воды следует добавить к полученной смеси, чтобы массовая доля соли в ней составила 5%? Какова реакция среды?

1) $HCLO_4+NaOH \rightarrow NaCLO_4+H_2O$

2) Выводим формулу для расчета массовой доли $NaCLO_4$:

$w(NaCLO_4)=m(NaCLO_4) / m\ р\text{-}ра(HCLO_4)+mр\text{-}ра(NaOH)+m(H_2O)доб.$

3) Находим количество реагирующих веществ:

$n=m/M$; $w=m$ в-ва $/m$ р-ра ; $p=m/V$

а) m р-ра$(NaOH)=1,1 \times 300=330г$

$m(NaOH)=0,2 \times 330=66г$ $n(NaOH)=66/40=1,65моль$

б) m р-ра $(NaCLO_4)=1,11 \times 100=111г$

$m\ (HCLO_4)=111 \times 0,3=33,3г$

$n(HCLO_4)=33,3/100,5=0,33моль=$ n вст.в х.р.$(NaOH)$

4) По уравнению:

а) n ост.$(NaOH)=1,65-0,33=1,32моль$ (среда щелочная)

б) $n(NaCLO_4)=$ n$(HCLO_4)=0,33моль$

$m(NaCLO_4)=0,33 \times 122,5=40,425г$

5) Рассчитываем массу и объем воды:

$0,05=40,425 / (111+330+x)$; $x=m(H2O)= 367,5г$; $V(H2O)=$ $m/p=367,5/1=$

$367,5мл$

Задача №5.

Какую массу оксида хрома (VI) следует добавить к 275г 10%-ного раствора хромовой кислоты, чтобы увеличить ее массовую долю в полтора раза?

1) $CrO_3 + H_2O \rightarrow H_2CrO_4$

2) **w=m в-ва /m р-ра;**

m в-ва=m р-ра ×w в-ва

m(H_2CrO_4)=0,1 ×275=27,5г

3) **w 2=m в-ва 2 /m р-ра 2**

Принимаем массу хромовой кислоты, образующейся при взаимодействии оксида хрома (VI) с водой за х г, тогда масса хромовой кислоты в р-ре 2 увеличивается на х г и масса р-ра 2 тоже увеличивается на х г, тогда массовую долю хромовой кислоты в растворе 2 можно выразить:

0,15=27,5+x /275+x

x=m добавленной(H_2CrO_4)=16,176г

n(H_2CrO_4)= m/M=16,176 / 118=0,137моль

4) **Из уравнения:**

n(H_2CrO_4)=n(CrO_3)=0,137моль

m(CrO_3)=0,137 ×100=13,7г

Задача №6.

Газ, выделившийся при взаимодействии 7,4г нитрида кальция с 9г воды, полностью поглощен 200 мл 3,5%-ного раствора соляной кислоты (ρ=1,05г/мл) Определите массовую долю хлорида аммония в образовавшемся растворе.

1) $Ca_3N_2+6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2+2NH_3\uparrow$

$NH_3+HCL \rightarrow NH_4CL$

2) Рассчитываем количество вещества Ca_3N_2, H_2O, NH_3: $n=m/M$;

$n(Ca_3N_2)=7,4/148=0,05$моль (в недостатке)

$n(H_2O)=9/18=0,5$моль (в избытке)

Рассчитываем количество аммиака (по недостатку):

$n(NH_3)=2\ n(Ca_3N_2)=2 \times 0,05=0,1$моль

3) Рассчитываем количество соли:

$n(HCL)=(V_{р\text{-}ра} \times \rho \times w)/M=(200 \times 1,05 \times 0,035)/36,5=0,2$моль

По уравнению HCL – в избытке. Рассчитываем $n(NH_4CL)$ по недостатку (NH_3):

$n(NH_4CL)=n(NH_3)=0,1$моль

$m(NH_4CL)=n \times M=0,1 \times 53,5=5,35$г

4) Рассчитываем массу раствора:

$m_{р\text{-}ра}(HCL)=200 \times 1,05=210$г; $m(NH_3)=n \times M=17 \times 0,1=1,7$г

$m_{р\text{-}ра\ 2}=m_{р\text{-}ра}(HCL)+m(NH_3)=210+1,7=211,7$г

$w(NH_4CL)=m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}=5,35/211,7=0,0253$ (2,53%)

Задача №7.

В 60г 18%-ного раствора ортофосфорной кислоты растворили 2,84г оксида фосфора (V) и полученый раствор прокипятили. Какая соль и в каком количестве образуется, если к полученному раствору добавить 30г гидроксида натрия?

1) $P_2O_5+3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$

2) Рассчитываем количество ортофосфорной кислоты в исходном растворе:

$n_1(H_3PO_4)=(mp\text{-}pa_1(H_3PO_4) \times w_1(H_3PO_4)) / M(H_3PO_4) = (60 \times 0{,}18)/98=0{,}11$моль

3) Рассчитываем количество образовавшейся ортофосфорной кислоты:

$n(P_2O_5)=m/M=2{,}84 /142=0{,}02$моль

$n_2(H_3PO_4)=2\ n(P_2O_5)=0{,}04$моль

4) Рассчитываем общее количество ортофосфорной кислоты:

$n\ общ.(H_3PO_4)= n_1(H_3PO_4)+ n_2(H_3PO_4)=0{,}11+0{,}04=0{,}15$моль

5) Рассчитываем количество вещества щелочи:

$n(NaOH)= m/M=30 /40=0{,}75$моль

6) Определяем соотношение между количеством вступающих в реакцию веществ:

$n(NaOH)$: $n\ общ.(H_3PO_4)= 5:1$, значит щелочь взята в избытке, следовательно, образуется средняя соль – ортофосфат натрия :

$H_3PO_4+ 3NaOH= Na_3PO_4+ 3H_2O$ количеством 0,15моль

Задача №8.

К 165,2 мл 8,5%-ного раствора соляной кислоты с плотностью 1,04 г/мл прилили 141,2 мл 20%-ного раствора гидроксида калия с плотностью 1,19г/мл. Определите объем 6%-ного раствора серной кислоты с плотностью 1,04 г/мл, необходимый для полной нейтрализации полученной смеси.

1) $KOH + HCL \rightarrow KCL + H_2O$ (1)

   $2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ (2)

2) Рассчитываем количества исходных веществ:

   $n(HCL) = (V \times p \times w) / M = (165,2 \times 1,04 \times 0,085) / 36,5 = 0,4$ моль

   $n(KOH) = (V \times p \times w) / M = (141,2 \times 1,19 \times 0,2) / 56 = 0,6$ моль

3) Из уравнения 1 следует, что с 0,4 моль HCL прореагирует 0,4 моль

   KOH, а в избытке остается 0,2 моль KOH.

4) Из уравнения 2 следует, что с оставшимися 0,2 моль KOH прореагирует 0,1 моль H_2SO_4.

5) Рассчитываем массу H2SO4 , массу и объем раствора:

   $m(H_2SO_4) = n \times M = 0,1 \times 98 = 9,8$г

   $m\ p\text{-}pa(H_2SO_4) = m(H_2SO_4) / w = 9,8 / 0,06 = 163,3$г

   $V\ p\text{-}pa(H_2SO_4) = m\ p\text{-}pa(H_2SO_4) / p = 163,3 / 1,04 = 157$ мл