

Задача 1.

После выдерживания медной пластиинки массой 14,72 г в растворе нитрата серебра масса пластиинки составила 19,28 г.

Определите объём раствора 96%-ной серной кислоты ($\rho=1,86$ г/мл), который необходим для растворения пластиинки.

1) Уравнения реакций:



2) Расчёт по уравнению (1):

Уравнение материального баланса для изменения массы пластиинки:

$$m_0 - m(\text{Cu})_{\text{прореаг.}} + m(\text{Ag})_{\text{выделилось}} = m_1$$

Пусть прореагирует x моль Cu, тогда

а) $m(\text{Cu})_{\text{прореаг.}} = 64x \text{ г}$

б) по уравнению (1)

$$n(\text{Ag}) = 2n(\text{Cu})_{\text{прореаг.}} = 2x \text{ моль Ag}$$

$$m(\text{Ag}) = 2x \times 108 \text{ г}$$

в) по уравнению материального баланса:

$$14,72 - 64x + 2x \times 108 = 19,28$$

$$x=0,03$$

3) Рассчитываем количество вещества металлов, которые будут растворяться в кислоте:

а) $n(\text{Ag}) = 2 \times 0,03 = 0,06$ моль

б) $n(\text{Cu})_0 = 14,72 / 64 = 0,23$ моль

$$n(\text{Cu})_{\text{осталось}} = 0,23 - 0,03 = 0,2 \text{ моль}$$

4) Расчёт по уравнениям (2) и (3):

а) по уравнению (2):

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2n(\text{Cu}) = 2 \times 0,2 = 0,4 \text{ моль H}_2\text{SO}_4$$

б) по уравнению (4):

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Ag}) = 0,06 \text{ моль H}_2\text{SO}_4$$

в) общее количество прореагировавшей кислоты:

$$n_{\text{общее}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4 + 0,06 = 0,46 \text{ моль}$$

5) Рассчитываем объём раствора H_2SO_4 :

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

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,46 \times 98 = 45,08 \text{ г}$$

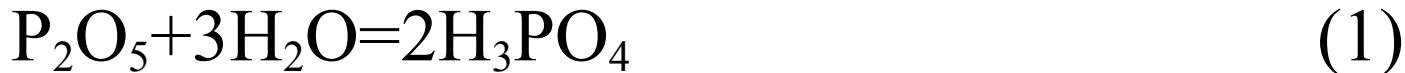
б) $m_{\text{p-pa}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 45,08 / 0,96 = 46,96 \text{ г}$

в) $V_{\text{p-pa}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 46,96 / 1,86 = 25,25 \text{ мл}$

Задача 2.

В 120 г 18%-ной ортофосфорной кислоты растворили 5, 68 г оксида фосфора(V) и полученный раствор прокипятили. Какая соль и в каком количестве образуется, если к полученному раствору добавить 60 г гидроксида натрия?

1) Уравнения реакций:



2) Рассчитываем количества вещества P_2O_5 и H_3PO_4

в растворе, NaOH :

а) $M(\text{P}_2\text{O}_5) = 142 \text{ г/моль}, n(\text{P}_2\text{O}_5) = 5,68/142 = 0,04 \text{ моль}$

б) $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}, n(\text{NaOH}) = 60/40 = 1,5 \text{ моль}$

в) $m(\text{H}_3\text{PO}_4)_{\text{чист.}} = 0,18 \times 120 = 21,6 \text{ г}$

$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль}; n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 21,6/98 = 0,22 \text{ моль}$

3) Расчёты по уравнениям реакций:

а) по уравнению (1):

$$n(H_3PO_4) = 2n(P_2O_5) = 0,08 \text{ моль } H_3PO_4$$

б) общее количество H_3PO_4 в полученном растворе:

$$n(H_3PO_4)_{\text{общее}} = 0,22 + 0,08 = 0,3 \text{ моль.}$$

в) по уравнению (5):

в избытке $NaOH$ в количестве $(1,5 - 0,3 \times 3) = 0,6 \text{ моль.}$

$$n(H_3PO_4) = n(Na_3PO_4) = 0,3 \text{ моль}$$

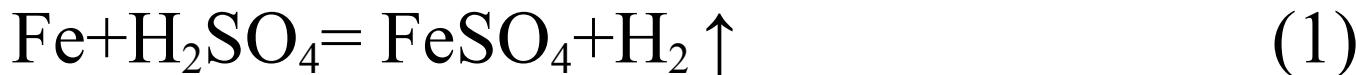
4) $M(Na_3PO_4) = 164 \text{ г/моль.}$

$$m(Na_3PO_4) = 0,3 \times 164 = 49,2 \text{ г.}$$

Задача 3.

Смесь железных и цинковых опилок обработали избытком разбавленной серной кислоты, при этом выделилось 11,2 л (н.у.) водорода. Если такую же массу смеси обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 6,72 л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.

1) Уравнения реакций:



2) Рассчитываем количество вещества H_2 :

$$n = V/V_m$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{по ур. 1+2}} = 11,2/22,4 = 0,5 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{по ур. 3+4}} = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ моль}$$

3) Рассчитываем по уравнениям реакций:

Пусть в смеси x моль Fe и y моль Zn, тогда:

а) по уравнениям (1) и (2):

$$n(H_2)_{Fe} = x \text{ моль}$$

$$n(H_2)_{Zn} = y \text{ моль}$$

$$x+y=0,5$$

б) по уравнениям (3) и (4):

$$n(H_2)_{Fe} = 0 \text{ моль}$$

$$n(H_2)_{Zn} = y \text{ моль}$$

$$0+y=0,3$$

4) Составляем и решаем систему уравнений:

$$\{x+y=0,5$$

$$\{x=0,2$$

$$m(Fe)=0,2 \times 56 = 11,2 \text{ г}$$

$$\{0+y=0,3$$

$$\{y=0,3$$

$$m(Zn)=0,3 \times 65 = 19,5 \text{ г}$$

5) Рассчитываем массовую долю железа в смеси:

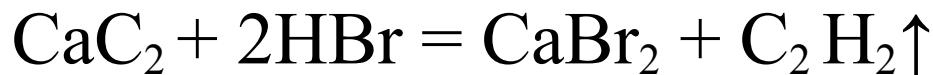
а) $m_{\text{смеси}} = 11,2 + 19,5 = 30,7 \text{ г}$

б) $w(\text{Fe}) = 11,2 / 30,7 = 0,3648, \text{ или } 36,48\%.$

Задача 4.

Карбид кальция массой 12,8 г растворили в 174 мл бромоводородной кислоты ($\rho=1,12$ г/мл) с массовой долей 20%. Какова массовая доля бромоводорода в образовавшемся растворе?

1) Уравнение реакции:



2) Находим количества реагирующих веществ:

$$n(\text{HBr}) = 174 \times 1,12 \times 0,20 / 81 = 0,48 \text{ моль (в избытке)}$$

$$n(\text{CaC}_2) = 12,8 / 64 = 0,2 \text{ моль (в недостатке)}$$

3) По уравнению реакции:

а) $n(\text{HBr}) = 2n(\text{CaC}_2)$ и значит HBr находится в избытке в количестве $(0,48 - 0,2 \times 2) = 0,08 \text{ моль}$

$$m(\text{HBr})_{\text{изб.}} = 0,08 \times 81 = 6,48 \text{ г}$$

б) $n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{CaC}_2) = 0,2 \text{ моль}$

$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,2 \times 26 = 5,2 \text{ г}$$

4) Рассчитываем массу раствора:

$$m_{\text{р-ра 2}} = m_{\text{р-ра}} (\text{HBr})_{\text{исх.}} + m(\text{CaC}_2) - m(\text{C}_2\text{H}_2) = \\ = 174 \times 1,12 + 12,8 - 5,2 = 202,48 \text{ г}$$

5) Массовая доля бромоводорода:

$$w(\text{HBr}) = 6,48 / 202,48 = 0,032 \text{ или } 3,2\%.$$

Задача 5.

Гидрокарбонат натрия при нагревании превращается в карбонат. Рассчитайте массовую долю гидрокарбоната натрия в растворе, в котором после нагревания массовая доля карбоната натрия равна 5,3%.

1) Уравнение реакции:



2) Уравнение материального баланса:

$$\begin{aligned} w(\text{NaHCO}_3) &= m(\text{NaHCO}_3) / m_{\text{p-pa}}(\text{NaHCO}_3) = \\ &= m(\text{NaHCO}_3)_{\text{по урав.}} / m_{\text{p-pa}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{CO}_2)_{\text{по урав.}} \end{aligned}$$

3) Пусть масса образовавшегося раствора Na_2CO_3 равна 100 г, тогда:

a) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,053 \times 100 = 5,3 \text{ г}$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5,3 / 106 = 0,05 \text{ моль}$$

4) Расчёт по уравнению реакции:

a) $n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,05 \text{ моль}$

$$m(\text{CO}_2) = 0,05 \times 44 = 2,2 \text{ г}$$

$$6) n(\text{NaHCO}_3) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \times 0,05 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 0,1 \times 84 = 8,4 \text{ г}$$

5) Находим массовую долю NaHCO_3 в исходном растворе:

$$a) m_{\text{p-pa}}(\text{NaHCO}_3) = 100 + 2,2 = 102,2 \text{ г}$$

$$b) w(\text{NaHCO}_3) = 8,4 / 102,2 = 0,0822, \text{ или } 8,22\%.$$

