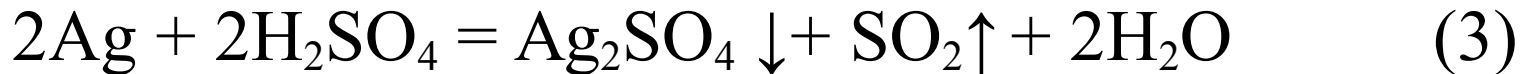


## Задача 1.

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

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

1) Уравнения реакций:



2) Расчёт по уравнению (1):

Уравнение материального баланса для изменения массы пластинки:

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

Пусть прореагирует  $x$  моль  $\text{Cu}$ , 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):

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

б) по уравнению (4):

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

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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

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

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

## 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  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$

в растворе,  $\text{NaOH}$ :

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

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

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

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

3) Расчёты по уравнениям реакций:

а) по уравнению (1):

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,08 \text{ моль } \text{H}_3\text{PO}_4$$

б) общее количество  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в полученном растворе:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4)_{\text{общее}} = 0,22 + 0,08 = 0,3 \text{ моль};$$

в) по уравнению (5):

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

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

4)  $M(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 164 \text{ г/моль};$

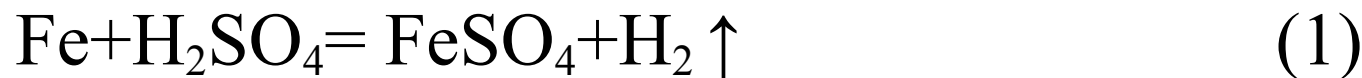
$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,3 \times 164 = 49,2 \text{ г.}$$

### 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  $\text{H}_2$ :

$$n = V / V_m$$

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

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

3) Рассчитываем по уравнениям реакций:

Пусть в смеси  $x$  моль  $\text{Fe}$  и  $y$  моль  $\text{Zn}$ , тогда:

а) по уравнениям (1) и (2):

$$n(\text{H}_2)_{\text{Fe}} = x \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{Zn}} = y \text{ моль}$$

$$x + y = 0,5$$

б) по уравнениям (3) и (4):

$$n(\text{H}_2)_{\text{Fe}} = 0 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{Zn}} = y \text{ моль}$$

$$0 + y = 0,3$$

4) Составляем и решаем систему уравнений:

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

$$\{x = 0,2$$

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

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

$$\{y = 0,3$$

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

5) Рассчитываем массовую долю железа в смеси:

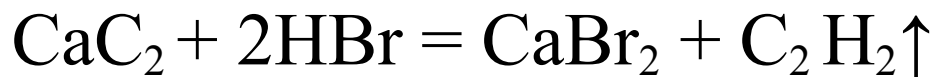
а)  $m_{\text{смеси}} = 11,2 + 19,5 = 30,7 \text{ г}$

б)  $w(\text{Fe}) = 11,2 / 30,7 = 0,3648$ , 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  $(0,48 - 0,2 \times 2) = 0,08$  моль

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

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

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

3) Пусть масса образовавшегося раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равна 100 г, тогда:

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

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

4) Расчёт по уравнению реакции:

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

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



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

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

5) Находим массовую долю  $\text{NaHCO}_3$  в исходном растворе:

$$\text{а) } m_{\text{р-ра}}(\text{NaHCO}_3) = 100 + 2,2 = 102,2 \text{ г}$$

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

