Розрахункові задачі Обчислення кількості речовини, маси або об'єму продукту за рівнянням хімічної реакції, якщо один із реагентів взято в надлишку.

Задача 3. Обчисліть масу солей, утворених унаслідок реакції натрій гідроксиду масою 5 г з ортофосфатною кислотою масою 9,8 г.

Розв'язання

1. Зробимо скорочений запис умови задачі.

Дано:
$m(H_3PO_4) = 9{,}8$ г
$m(NaOH) = 5$ г
m (солей) — ?

2. Складемо рівняння можливої взаємодії речовин.

Оскільки ортофосфатна кислота належить до трьохосновних кислот, то може утворювати три солі — одну середню (ортофосфат) і дві кислі (гідрогенортофосфат та дигідрогенортофосфат).

а) $3NaOH + H_3PO_4 = Na_3PO_4 + 3H_2O$

3 моль 1 моль 1 моль

3 : 1 : 1

б) $2NaOH + H_3PO_4 = Na_2HPO_4 + 2H_2O$

2 моль 1 моль 1 моль

2 : 1 : 1

в) $NaOH + H_3PO_4 = NaH_2PO_4 + H_2O$

1 моль 1 моль 1 моль

1 : 1 : 1

3. З'ясуємо кількісні відношення реагентів і продуктів реакції за кожним рівнянням реакції.

Рівняння а)

$\nu(NaOH) : \nu(H_3PO_4) : \nu(Na_3PO_4) = 3 : 1 : 1$

Рівняння б)

$\nu(NaOH) : \nu(H_3PO_4) : \nu(Na_3PO_4) = 2 : 1 : 1$

Рівняння в)

$\nu(NaOH) : \nu(H_3PO_4) : \nu(Na_3PO_4) = 1 : 1 : 1$

4. З'ясуємо кількісні відношення реагентів реакції за умовою задачі.

$\nu(NaOH) = 5 : 40 = 0{,}125$ (моль)

$\nu(H_3PO_4) = 9{,}8 : 98 = 0{,}1$ (моль)

0,125 : 0,1 або 1,25 : 1

Установлене відношення не має точної відповідності із жодним рівнянням реакції. Тому розпочинаємо обчислювати масу солі за рівнянням, яке найбільше відповідає відношенню реагентів за умовою задачі. Це рівняння в).

Неважко зрозуміти, що за цим рівнянням натрій гідроксид перебуває в надлишку.

Залишок натрій гідроксиду становить:

0,125 моль — 0,1 моль = 0,025 моль.

5. Обчислимо кількість речовини натрій дигідрогенортофосфату за рівнянням в).

Як видно з рівняння в), v (NaH_2PO_4) = v (H_3PO_4), тому v (NaH_2PO_4) = 0,1 моль.

6. Розглянемо можливість подальшої взаємодії утвореної солі і реагенту, що взятий з надлишком.

Натрій гідроксид, що залишився у кількості 0,025 моль, продовжить взаємодію з утвореною сіллю. Утвориться інша кисла сіль (рівняння г)) — натрій гідрогенортофосфат.

$$\underset{\text{г)}}{\overset{\substack{0{,}1\text{ моль}\\ \\ 1\text{ моль}}}{NaH_2PO_4}} + \overset{\substack{0{,}025\text{ моль}\\ \\ 1\text{ моль}}}{NaOH} = \overset{\substack{0{,}025\text{ моль}\\ \\ 1\text{ моль}}}{Na_2HPO_4} + H_2O$$

Після реакції за рівнянням г) натрій гідроксиду не залишиться, тоді як натрій дигідрогенортофосфат перебуватиме в надлишку, оскільки за наявності його в кількості 0,1 моль з лугом прореагувало лише 0,025 моль.

0,1 - 0,025 = 0,075 (моль)

7. Обчислимо кількість речовини солей після закінчення взаємодії.

v (Na_2HPO_4) = v (NaOH) = 0,025 (моль)

Утворених солей дві: натрій дигідрогенортофосфат кількістю речовини 0,075 моль і натрій гідрогенортофосфат кількістю речовини 0,025 моль.

8. Обчислимо масу утворених солей.

$$m\,(NaH_2PO_4) = 120\ \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0{,}075\ \text{моль} = 9\ \text{г}$$

$$m\,(Na_2HPO_4) = 142\ \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0{,}025\ \text{моль} = 3{,}55\ \text{г}$$

Відповідь: 9 г натрій дигідрогенортофосфату і 3,55 г натрій гідрогенортофосфату.

Задача №4

Найефективніший спосіб знешкодження забруднених стічних промислових вод – це їх обробка речовинами, які перетворюють шкідливі домішки у нерозчинні сполуки. При цьому реагент-осаджувач може бути як у надлишку, так і недостачі. Підприємство подає на ділянку водоочищення стічну воду, що містить 3,31 кг плюмбум (II) нітрату. Осадження катіонів плюмбуму проводять додаючи до розчину 1,26 кг натрій карбонату.
Визначте, який реагент і у якій кількості взятий у надлишку. Розрахуйте масу осаду $PbCO_3$, що при цьому утворився.
Дано:
m ($Pb(NO_3)_2$) =3,31 кг = 3310 г
m (Na_2CO_3) =1,27 кг= 1270 г
M ($Pb(NO_3)_2$) =331 г/моль
M (Na_2CO_3) =106 г/моль
M ($PbCO_3\downarrow$) =267 г/моль
Знайти:
n (надл.) =?
m ($PbCO_3$) =?
Розв'язання:
1) Пишемо рівняння реації
$Pb(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow 2\ Na_2CO_3 + PbCO_3\downarrow$
2) За умовою задачі кількість речовини реагента:

$$n\ (Pb(NO_3)_2) = \frac{m(Pb(NO3)2}{M(Pb(NO3)2} = \frac{3310\ г}{331\ г/моль} = 10\ моль$$

$$n\ (Na_2CO_3) = \frac{m(Na2CO3)}{M(Na2CO3)} = \frac{1270\ г}{106\ г/моль} = 12\ моль$$

3) За рівнянням реакції:
n ($Pb(NO_3)_2$): n (Na_2CO_3) = 1:1
За умовою задачі:
n ($Pb(NO_3)_2$): ν (Na_2CO_3) = 10:12
Звідси: Na_2CO_3 – у надлишку. Тому розрахунки проводимо за $Pb(NO_3)_2$.
4) З рівняння реакції складаємо пропорцію:

$$\frac{10}{1} = \frac{x}{1}$$

x=10 моль
x= n($PbCO_3\downarrow$) = 10 моль
m ($PbCO_3\downarrow$) = ν ($PbCO_3$)*M ($PbCO_3$) =10 моль*267 г/моль = 2670 г =2,67 кг
Відповідь: m ($PbCO_3\downarrow$) =2,67 кг.
Задача №5
Німецький хімік Йоганн Рудольф Глаубер відкрив методи добування багатьох солей і кислот. В історії хімії найбільше відомі дві реакції Глаубера: одержання натрій сульфату ("глауберової солі") і хлороводню під час

взаємодії кухонної солі з сульфатною кислотою, і синтез "сурм'яного масла". "Сурм'яне масло" – це старовинна назва стибій (III) хлориду $SbCl_3$. Як ви, вважаєте, для чого можна застосовувати дану сполуку?.

Глаубер отримав $SbCl_3$ ("сурм'яне масло") із наступної реакції: $3HgCl_2+Sb_2S_3= 2SbCl_3\uparrow+3HgS$. Скільки золотників "сурм'яного масла" (1 золотник=4,266 г) можна добути із 153,32 г $HgCl_2$ і 64,53 г Sb_2S_3.

Дано:

m ($HgCl_2$) =153,32 г

m (Sb_2S_3) =64,53 г

M ($HgCl_2$) =272 г/моль

M (Sb_2S_3) =340 г/моль

Знайти:

1) m ($SbCl_3$) - ?

2) К-ть золотників $SbCl_3$ -?

(якщо 1 золотник=4,266 г)

3) Для чого застосовують $SbCl_3$ - ?

Розв'язання:

1) Пишемо рівняння реації

$3HgCl_2+Sb_2S_3\rightarrow 2SbCl_3\uparrow+3HgS$

2) За умовою задачі кількість речовини реагента:

$$n(HgCl_2) = \frac{m(HgCl2)}{M(HgCl2)} = \frac{153{,}32\ г}{272\ г/моль} = 0{,}56\ моль$$

$$n(Sb_2S_3) = \frac{m(Sb2S3)}{M(Sb2S3)} = \frac{64{,}53\ г}{340\ г/моль} = 0{,}19\ моль$$

3) За рівнянням реакції:

n ($HgCl_2$): ν (Sb_2S_3) = 3:1

За умовою задачі:

n ($HgCl_2$): n (Sb_2S_3) = 0,56:0,19

Розрахунки проводимо за $HgCl_2$.

4) З рівняння реакції складаємо пропорцію:

$$\frac{0{,}56}{3} = \frac{x}{2}$$

x=0,38 моль

x= n ($SbCl_3$) =0,38 моль

m ($SbCl_3$) = ν($SbCl_3$) *M($SbCl_3$) =0,38 моль * 228,5 г/моль =85,85 г

5) Знаходимо к-ть золотників "сурм'яного масла" ($SbCl_3$), якщо 1 золотник =4,266 г:

1золотник – 4,266 г

y золотників – 85,85 г

y =20,12 золотників

6) Для чого застосовують $SbCl_3$ - ?

У процесі фарбуваня тканин, як протраву; як каталізатор в органічному синтезі; як розчинник (неводний) і т.д..

Відповідь: m ($SbCl_3$) =85,85 г; 20 золотників.