

ТЕМА: 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.

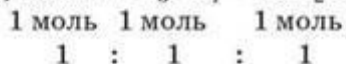
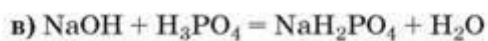
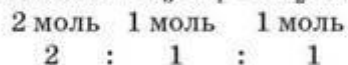
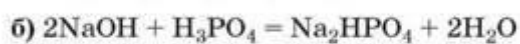
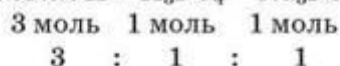
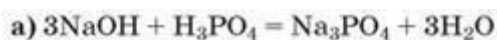
Розв'язання

1. Зробимо скорочений запис умови задачі.

Дано:	
$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 9,8 \text{ г}$	
$m(\text{NaOH}) = 5 \text{ г}$	
$m(\text{солей}) = ?$	

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).



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

Рівняння а)

$$v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3 : 1 : 1$$

Рівняння б)

$$v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 2 : 1 : 1$$

Рівняння в)

$$v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 1 : 1 : 1$$

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

$$v(\text{NaOH}) = 5 : 40 = 0,125 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 9,8 : 98 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$0,125 : 0,1 \text{ або } 1,25 : 1$$

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:

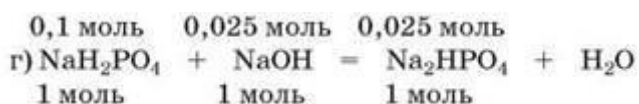
$$0,125 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль}.$$

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

Як видно з рівняння в), $\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = \nu(\text{H}_3\text{PO}_4)$, тому $\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,1 \text{ моль}$.

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.



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.

$$0,1 - 0,025 = 0,075 \text{ (моль)}$$

7. Обчислимо кількість речовини солей після закінчення взаємодії.

$$\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \nu(\text{NaOH}) = 0,025 \text{ (моль)}$$

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

8. Обчислимо масу утворених солей.

$$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 120 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,075 \text{ моль} = 9 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,025 \text{ моль} = 3,55 \text{ г}$$

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