

Обчислення за хімічними рівняннями відносного виходу продукту реакції

Розв'язування розрахункових задач розвиває вміння аналізувати й синтезувати, порівнювати й обчислювати. Задачі є засобом розвитку інтелекту, критичного та творчого мислення, розв'язання проблем тощо. Вивчаючи хімію, ви ознайомилися з різними типами задач, які не тільки дають змогу проводити обчислення, а й відіграють значну роль у виробничих процесах, сприяють більш рентабельному використанню сировини та продукції. Однак за допомогою розрахунків не завжди отримують такий самий результат, що й на виробництві, оскільки під час добування того чи іншого продукту можливі втрати. Тому практичний вихід продукту завжди менший від теоретично можливого, тобто того, що ми отримуємо, розв'язуючи задачі за хімічними рівняннями.

Теоретичний вихід відповідає масі або об'єму речовини, що знаходимо за рівнянням реакції, а практичний — це маса або об'єм, що отримують під час виробництва. Щоб знайти відносний вихід продукту, який позначають грецькою літерою η (ета), доцільно застосувати формули:

$$\eta = \frac{m(\text{практ.})}{m(\text{теор.})} \cdot 100 \%$$

$$\eta = \frac{V(\text{практ.})}{V(\text{теор.})} \cdot 100 \%$$

Отже, учимося розв'язувати задачі на обчислення за хімічними рівняннями відносного виходу продукту реакції.

Задача 1. Амоніак об'ємом 6,72 л (н. у.) повністю ввібрався розчином сульфатної кислоти до утворення середньої солі. Утворився амоній сульфат масою 17,82 г. Обчисліть відносний вихід продукту.

Відомо:	Розв'язання
$V(\text{NH}_3) = 6,72 \text{ л}$ H_2SO_4 $m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 17,82 \text{ г}$ $\eta = ?$	1. Складаємо рівняння реакції: $\begin{array}{ccc} 6,72 \text{ л} & x & \\ 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 & = & (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ 44,8 \text{ л} & & 132 \text{ г} \end{array}$ 2. Обчислюємо молярну масу й масу 1 моль амоній сульфату: $M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132 \text{ г/моль};$ $m(1 \text{ моль}) = 132 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 132 \text{ г}.$ 3. Обчислюємо об'єм 2 моль амоніаку: $V(\text{NH}_3) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 44,8 \text{ л}.$ 4. Підписуємо отримані значення під формулами речовин, а відомі за умовою — над формулами та складаємо пропорцію. 5. Обчислюємо теоретичний вихід: $x = \frac{6,72 \text{ л} \cdot 132 \text{ г}}{44,8 \text{ л}} = 19,8 \text{ г}.$ 6. Обчислюємо відносний вихід: $\begin{array}{l} 19,8 \text{ г} - 100 \%, \\ 17,82 \text{ г} - \eta; \end{array} \quad \text{тоді } \eta = \frac{17,82 \text{ г} \cdot 100 \%}{19,8 \text{ г}} = 90 \% \text{ або } 0,9.$ Відповідь: відносний вихід амоній сульфату — 90 % або 0,9.

Задача 2. Ортофосфатну кислоту повністю нейтралізували натрій гідроксидом та отримали середню сіль масою 32,8 г, з відносним відходом продукту 80 %. Обчисліть маси вихідних речовин.

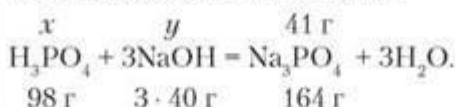
Відомо:

H_3PO_4 і NaOH
 $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 32,8 \text{ г}$
 $\eta = 80 \%$

$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = ?$
 $m(\text{NaOH}) = ?$

Розв'язання

1. Складаємо рівняння реакції:



2. Обчислюємо молярні маси й маси 1 моль ортофосфатної кислоти, натрій гідроксиду та натрій ортофосфату:

$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль};$
 $m(1 \text{ моль}) = 98 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 98 \text{ г.}$
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль};$
 $m(1 \text{ моль}) = 40 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 40 \text{ г.}$
 $M(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 164 \text{ г/моль};$
 $m(1 \text{ моль}) = 164 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 164 \text{ г.}$

3. Обчислюємо масу теоретичного виходу натрій ортофосфату:

$32,8 \text{ г} - 80 \%, \quad \text{тоді } z = \frac{32,8 \text{ г} \cdot 100 \%}{80 \%} = 41 \text{ г.}$
 $z - 100 \%;$

4. Підписуємо отримані значення під формулами речовин, а відомі за умовою — над формулами та проводимо обчислення.

5. Обчислюємо маси ортофосфатної кислоти й натрій гідроксиду, що вступили в реакцію:

$$x = \frac{98 \text{ г} \cdot 41 \text{ г}}{164 \text{ г}} = 24,5 \text{ г}; \quad y = \frac{3 \cdot 40 \text{ г} \cdot 41 \text{ г}}{164 \text{ г}} = 30 \text{ г.}$$

Відповідь: за відносного виходу продукту 80 % прореагували ортофосфатна кислота масою 24,5 г і натрій гідроксид масою 30 г.

Задача 3. Етен масою 60 г прореагував з хлором з утворенням дихлороетану масою 198 г. Обчисліть відносний вихід продукту й об'єми газів (н. у.), що прореагували.

Відомо:

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = 60 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2) = 198 \text{ г}$$

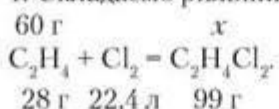
$$\eta = ?$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = ?$$

$$V(\text{Cl}_2) = ?$$

Розв'язання

1. Складаємо рівняння реакції:



2. Обчислюємо молярні маси й маси 1 моль етену й дихлороетану й об'єм 1 моль хлору:

$$M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ г/моль}; m(1 \text{ моль}) = 28 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 28 \text{ г.}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2) = 99 \text{ г/моль}; m(1 \text{ моль}) = 99 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 99 \text{ г.}$$

$$V(\text{Cl}_2) = 22,4 \text{ л/моль}; V(1 \text{ моль}) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л.}$$

3. Підписуємо отримані значення під формулами речовин, а відомі за умовою — над формулами та проводимо обчислення.

4. Обчислюємо масу теоретичного виходу дихлороетану:

$$\begin{array}{l} 28 \text{ г} - 99 \text{ г}, \\ 60 \text{ г} - x; \end{array} \quad \text{тоді } x = \frac{60 \text{ г} \cdot 99 \text{ г}}{28 \text{ г}} = 212,14 \text{ г.}$$

5. Обчислюємо відносний вихід продукту:

$$\begin{array}{l} 212,14 \text{ г} - 100 \%, \\ 198 \text{ г} - \eta; \end{array} \quad \text{тоді } \eta = \frac{198 \text{ г} \cdot 100 \%}{212,14 \text{ г}} = 93,33 \%.$$

6. Обчислюємо об'єми газів — етену та хлору:

$$\begin{array}{l} 28 \text{ г } (\text{C}_2\text{H}_4) - 22,4 \text{ л}, \\ 60 \text{ г} - V(\text{C}_2\text{H}_4); \end{array} \quad \text{тоді } V(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{60 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{28 \text{ г}} = 48 \text{ л.}$$

7. Якщо за рівнянням реакції 1 моль етену реагує з 1 моль хлору, то об'єм хлору, що використався, становить 48 л.

Відповідь: відносний вихід продукту — 93,33 %, використали однакові об'єми газів по 48 л кожного.