

Лекція 3. Кількісний склад розчинів

В неорганічній хімії кількісний склад розчинів виражають через **масову частку, молярну концентрацію і еквівалентну концентрацію**. Всі визначення, що наведені нижче для водних розчинів, використовуються і для неводних розчинів.

Масова частка $w(B)$ розчиненої речовини B - це відношення її маси $m(B)$ до суми мас розчиненої речовини і розчинника - води (тобто до маси розчину):

$$w(B) = m(B) / m(\text{р-ну}) = m(B) / (m(B) + m(\text{води})) = m(B) / \{V(\text{р-ну}) \cdot \rho(\text{р-ну})\} = m(B) / (m(B) + V(\text{води}) \cdot \rho(\text{води})), \text{ де}$$

$\rho(\text{р-ну})$ - густина розчину;

$V(\text{р-ну})$ об'єм розчину;

$V(\text{води})$ - об'єм води;

$\rho(\text{води})$ - густина води (при кімнатній температурі $\rho(\text{води})$ дорівнює 1 г/мл).

Розчин, в якому масова частка розчиненої речовини дорівнює wB (%), характеризується тим же значенням відсоткового вмісту. Наприклад, розчин з масовою часткою хлороводню $w(\text{HCl}) = 0,2$ (тобто 20%) може бути позначений як 20%-ий розчин HCl (20-відсотковий розчин хлороводню у воді).

Приклад 1. Визначте масову частку деякої солі в розчині, приготованому з 10,07 г солі і 190,12 г води.

Розв'язання

$$m_B = 10,07 \text{ г}$$

$$m_{\text{води}} = 190,12 \text{ г}$$

$$w_B = ?$$

$$w_B = m_B / (m_B + m_{\text{води}}) =$$

$$= 10,07 / (10,07 + 190,12) = 0,05, \text{ или } 5\%.$$

Відповідь. Масова частка солі дорівнює 0,05, або 5%

Молярна концентрація $C(B)$ розчиненої речовини B - це відношення кількості речовини $\nu(B)$ до об'єму розчину:

$$C_B = \nu_B / V_{(\text{р-ну})}$$

Одиниця вимірювання молярної концентрації - моль / л.

Розчин, в якому молярна концентрація розчиненої речовини дорівнює $C(B)$ (моль/л), характеризується молярністю, чисельно дорівнює значенню $C(B)$; позначка молярності розчину - M (після числа). Наприклад, розчин з молярною концентрацією калій сульфату $C(\text{K}_2\text{SO}_4) = 1$ моль/л може бути позначений як $1M \text{ K}_2\text{SO}_4$ (одномолярного розчину калій сульфату у воді). Аналогічним чином записи 0,1 M ; 0,01 M і 0,001 M означають відповідно деци-, санти- і мілімолярний розчини.

Приклад 2. Визначте молярну концентрацію (моль/л) манган (II) хлориду, якщо в 200мл розчину міститься 2,52 г розчиненої речовини.

Розв'язання

$$V_{(\text{р})} = 0,2 \text{ л}$$

$$m(\text{MnCl}_2) = 2,52 \text{ г}$$

$$M(\text{MnCl}_2) = 125,84 \text{ г/моль}$$

$$c(\text{MnCl}_2) = ?$$

$$c(\text{MnCl}_2) = n(\text{MnCl}_2) / V_{(\text{р})} =$$

$$= m(\text{MnCl}_2) / \{M(\text{MnCl}_2) V_{(\text{р})}\} =$$

$$= 2,52 / 125,84 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ моль/л.}$$

Відповідь. Молярна концентрація MnCl_2 дорівнює 0,1 моль/л

Еквівалентна концентрація $C_{\text{eq}}(\text{B})$ розчиненої речовини В - це відношення еквівалентної кількості речовини $\nu_{\text{eq}}(\text{B})$ до об'єму розчину:

$$C_{\text{eqB}} = \nu_{\text{eqB}} / V_{(\text{р-ну})}$$

Одиниця еквівалентної концентрації - моль / л.

Розчин, в якому еквівалентна концентрація розчиненої речовини дорівнює C_{eqB} (моль/л), характеризується нормальністю, яка чисельно дорівнює значенню $C_{\text{eq}}(\text{B})$; позначення нормальності розчину - н. (После числа). Наприклад, розчин з еквівалентною концентрацією сульфатної кислоти $C_{\text{eq}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$ моль/л може бути позначений як 1 н. H_2SO_4 (однонормальний розчин сульфатної кислоти у воді).

Еквівалентна концентрація розчиненої речовини і нормальність розчину визначаються еквівалентною кількістю розчиненої речовини і залежать від еквівалентного числа, сталого лише для певної реакції, причому

$$C_{\text{eq}}(\text{B}) = z(\text{B}) \cdot C(\text{B}), \text{ де}$$

$z(\text{B})$ – число еквівалентності, що визначається виходячи з хімічної формули речовини і типу хімічної реакції:

- для кислот $z(\text{B})$ дорівнює числу катіонів гідрогену, здатних заміщуватися катіонами металів. Наприклад, $z(\text{HCl}) = 1$; $z(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2$.
- для гідроксидів $z(\text{X})$ дорівнює числу гідроксидіонів OH^- . Наприклад, $z(\text{NaOH}) = 1$; $z(\text{Al}(\text{OH})_3) = 3$;
- для солей z дорівнює числу катіонів гідрогену кислоти, заміщених катіонами металу або амонію. Наприклад, $z(\text{NaCl}) = 1$; $z[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 6$.

Приклад 3. Визначте еквівалентну концентрацію (моль/л) алюміній сульфату, якщо в 250мл розчину міститься 8,57 г солі. Розчин необхідний для добування алюміній гідроксиду за реакцією обміну.

Розв'язання

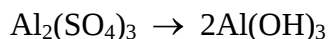
$$V_{(\text{р-ну})} = 0,25 \text{ л}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 8,57 \text{ г}$$

$$z_{\text{eq}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 6$$

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342,15 \text{ г/моль}$$

$$C_{\text{eq}}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = ?$$



$$C_{\text{eq}}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \nu_{\text{eq}}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 / V_{(\text{р-ну})} =$$

$$m\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 / \{M_{\text{eq}}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times V_{(\text{р-ну})}\} =$$

$$m\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times z_{\text{eq}}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 / \{M\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times V_{(\text{р-ну})}\} =$$

$$= 8,57 \times 6 / (342,15 \times 0,25) = 0,6 \text{ моль/л}$$

Відповідь. Еквівалентна концентрація $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ дорівнює 0,6 моль/л