TD 1 : Les solutions aqueuses

Exercice 1 :

$m_{soluté} = 0{,}71\ g$, $m_{solution} = 100\ g$

$d_{solution} = 1$, dissociation complète : $\alpha = 1$

Les différentes concentrations :

① Les fractions molaires :

$$f_m(soluté) = \frac{n_{soluté}}{n_{soluté} + n_{solvant}}$$

$$n_{soluté} = \frac{m_{soluté}}{M_{soluté}} = \frac{0{,}71\ g}{142\ g/mol} = 5\times10^{-3}\ mol$$

$$n_{solvant} = \frac{m_{solvant}}{M_{solvant}} = \frac{(100 - 0{,}71)\ g}{18\ g/mol} = 5{,}51\ mol$$

$$f_m(soluté) = \frac{5\times10^{-3}\ mol}{5\times10^{-3}\ mol + 5{,}51\ mol} = \boxed{9\times10^{-4}}$$

$$f_m(solvant) = \frac{n_{solvant}}{n_{solvant} + n_{soluté}} = \boxed{0{,}9991}$$

$$f_m(solvant) + f_m(soluté) = 1$$

② La molarité (m_r)

$$m_r = \frac{n_{soluté}\ (mol)}{V_{solution}\ (l)}$$

$$m_r = \frac{5\times10^{-3}\ mol}{100\times10^{-3}\ l} = 5\times10^{-2}\ mol/l$$

$$d_{solution} = \frac{\rho_{solution}}{\rho_{H_2O}}$$

$$\rho_{solution} = d_{solution} \times \rho_{H_2O} = 1\times1\ g/cm^3 = 1\ g/cm^3$$

$$\rho_{solution} = \frac{m_{solution}}{V_{solution}} \Big/ V_{solution} = \frac{m_{solution}}{\rho_{solution}}$$

③ La molalité (m_ℓ)

$$m_\ell = \frac{n_{soluté}\,(mol)}{m_{solvant}\,(Kg)} = \frac{5.10^{-3}\,mol}{99{,}29.10^{-3}\,Kg} = 5{,}03\times10^{-2}\,mol/Kg$$

④ La concentration pourcentage (C%)

$$C\% = \frac{m_{soluté}}{m_{solution}} \times 100 = \frac{0{,}71}{100} \times 100 = 0{,}71\%$$

⑤ L'osmolarité (ω_r) :

$$\omega_r = [1 + \alpha(\beta - 1)]\, m_r$$

α : coefficient de dissociation
- $\alpha = 1 \rightarrow$ dissociation complète
- $0 < \alpha < 1 \rightarrow$ Partielle.
- $\alpha = 0 \rightarrow$ Pas de dissociation

β : nbre de particules après dissociation.

$$Na_2SO_4 \longrightarrow \underbrace{2Na^+}_{2} + \underbrace{SO_4^{2-}}_{1}$$

$$\beta = 2 + 1 = 3$$

$$\omega_r = [1 + 1(3-1)]\, 5\times10^{-2} = 15\times10^{-2}\ osmol/\ell$$

⑥ l'osmolalité (ω_ℓ) :

$$\omega_\ell = [1 + \alpha(\beta-1)]\, m_\ell = [1 + 1(3-1)]\, 5{,}03\times10^{-2}$$

$$= 15{,}09\times10^{-2}\ osmol/Kg$$

⑦ La concentration Pondérale (C_p) :

$$C_p = \frac{m_{soluté}\,(g)}{V_{solution}\,(\ell)} = \frac{0{,}71\,g}{100.10^{-3}\,\ell} = 7{,}1\,g/\ell$$

<u>Remarque</u> :

$$m_r = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} = \frac{\frac{m_{soluté}}{M_{soluté}}}{V_{solution}} = \frac{m_{soluté}}{V_{solution} \times M_{soluté}} = \frac{C_p}{M_{soluté}}$$

③ La concentration équivalente : (Ceq) :

$$C_{eq} = 2 \cdot n \cdot |Z| \cdot \alpha \cdot m_r$$

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

On choisi une particule après dissociation, exemple :

$2Na^+$ ($n \rightarrow 2$, $\leftarrow z$) $\begin{cases} n = 2 \\ |Z| = 1 \end{cases}$

on trouve le même résultat pour les 2 cas.

$$C_{eq} = 2 \cdot 2 \cdot |+1| \cdot 1 \cdot 5\times10^{-2} = 0{,}2 \text{ eqg/l}.$$

Exercice (02) :

$C\% = 25\%$, $M_{al} = 46$ g/mol , $d_{al} = 0{,}8$

① La fraction molaire :

$$f_m(\text{soluté}) = \frac{n_{\text{soluté}}}{n_{\text{soluté}} + n_{\text{solvant}}}$$

$$C\% = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} \times 100 = 25\%$$

Pour 100g de solution $\rightarrow$ 25g de soluté

$m_{\text{soluté}} = 25g$, $m_{\text{solution}} = 100g \rightarrow m_{\text{solvant}} = 100 - 25 = 75g$.

$$n_{\text{soluté}} = \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}}} = \frac{25g}{46 \text{ g/mol}} = 0{,}54 \text{ mol}$$

$$n_{\text{solvant}} = \frac{75g}{18 \text{ g/mol}} = 4{,}16 \text{ mole} \rightarrow f_m = \frac{0{,}54}{0{,}54 + 4{,}16} = 0{,}11$$

② la molarité (m_r) :

$$m_r = \frac{n_{soluté}(mol)}{V_{solution}(l)} \quad / \quad V_{solution} = V_{al} + V_{H_2O}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V_{solution} = \frac{25g}{0{,}8 g/cm^3} + \frac{75g}{1 g/cm^3}$$

$$= 106{,}25\ cm^3$$

$$m_r = \frac{0{,}54\ mol}{106{,}25 \times 10^{-3}\ l} = 5{,}08\ mol/l$$

③ La molalité (m_e) :

$$m_e = \frac{n_{soluté}(mol)}{m_{solvant}(Kg)} = \frac{0{,}54\ mol}{75 \cdot 10^{-3}\ Kg} = 7{,}2\ mol/Kg$$

Exercice (03) :

c'est le cas d'une solution contient plusieurs solutés :

dans ce cas :

$$W_r(solution) = W_r(HCl) + W_r(H_2SO_4) + W_r(CaCl_2) + W_r(glucose).$$

* $W_r(HCl) = [1 + \alpha(\beta - 1)]\, m_r \qquad HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$\alpha = 1,\ \beta = 2$

$$m_r = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} = \frac{1 mol/l \times 10 \times 10^{-3} l}{1 l} = 10^{-2}\ mol/l$$

$$W_r(HCl) = 2 \times 10^{-2}\ osmol/l$$

* $\omega_r(H_2SO_4) = [1+\alpha(\beta-1)]\, m_r$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-} \quad (\alpha=1,\ \beta=3)$$

$$m_r = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} = \frac{2\,mol/l \times 7{,}5\times10^{-3}\,l}{1\,l} = 15\times10^{-3}\,mol/l.$$

$\omega_r(H_2SO_4) = 45\times10^{-3}\ osmol/l$

* $\omega_r(CaCl_2) = [1+\alpha(\beta-1)]\, m_r$

$$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- \quad (\alpha=1,\ \beta=3)$$

$$m_r = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} = \frac{\frac{5{,}55\,g}{111\,g/mol}}{1\,l} = 5\times10^{-2}\,mol/l.$$

$\omega_r(CaCl_2) = 15\times10^{-3}\ osmol/l.$

* $\omega_r(C_6H_{12}O_6) = [1+\alpha(\beta-1)]\, m_r$

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 \quad (\text{Pas de dissociation})$$

$(\alpha = 0,\ \beta = 1).$

$$m_r = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} = \frac{\frac{14{,}4\,g}{180\,g/mol}}{1\,l} = 0{,}08\,mol/l$$

$\omega_r(C_6H_{12}O_6) = 0{,}08\ osmol/l.$

$\omega_r(solution) = 0{,}16\ osmol/l$

La même chose pour la concentration équivalente :

$$C_{eq}(\text{solution}) = C_{eq}(HCl) + C_{eq}(H_2SO_4) + C_{eq}(CaCl_2) + C_{eq}(\text{glucose}).$$

* $C_{eq}(HCl) = 2 \cdot n \cdot |Z| \cdot \alpha \cdot m_r$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ $\begin{cases} n = 1 \\ |Z| = 1 \end{cases}$

$$C_{eq}(HCl) = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ eqg/l}$$

* $C_{eq}(H_2SO_4) = 2 \cdot n \cdot |Z| \cdot \alpha \cdot m_r$

$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ $\begin{cases} n = 2 \\ |Z| = 1 \end{cases}$

$$C_{eq}(H_2SO_4) = 2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 15 \times 10^{-3} = 60 \times 10^{-3} \text{ eqg/l}$$

* $C_{eq}(CaCl_2)$: $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$

$n = 1$

$|Z| = 2$

$$C_{eq}(CaCl_2) = 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 5 \times 10^{-2} = 20 \times 10^{-2} \text{ eqg/l}$$

* $C_{eq}(C_6H_{12}O_6)$:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_6H_{12}O_6$

$n = 1$, $Z = 0$

$$C_{eq}(C_6H_{12}O_6) = 0 \text{ eqg/l}$$

$$C_{eq}(\text{solution}) = \sum C_{eq} = 0{,}28 \text{ eqg/l}$$