

Définition

Une solution est un mélange homogène d'un solvant et d'un ou de plusieurs solutés.

Si les solutés se dissocient en ions positifs (cations) et négatifs (anions) lorsqu'ils sont dissous dans le solvant, la solution est dite *électrolytique*, elle conduit le courant électrique tout en étant elle-même électriquement neutre.

Lorsque toutes les molécules de soluté se dissocient en ions le soluté est appelé *électrolyte fort* (dissociation totale), il est appelé *électrolyte faible* si sa dissociation dans le solvant est partielle.

Les concentrations

1- La fraction molaire x_s est la proportion du nombre de moles du solvant ou de l'un des solutés n_s par rapport au nombre total de moles dans la solution (n_{total})

$$x_s = \frac{n_s}{n_{total}} \text{ sans unité.}$$

Remarque : on a $0 < x_s < 1$ et $\sum x_s = 1$

2-La concentration molaire ou molarité C^M est le rapport du nombre de moles d'un des solutés au volume V de la solution.

$$C^M = \frac{n_{soluté}}{V}$$

unité usuelle: mol/l, unité SI : mol/m³.

3-La concentration pondérale ou massique C^P est le rapport de la masse d'un des solutés au volume V de la solution.

$$C^P = \frac{m_{soluté}}{V}$$

unité usuelle : g/l, unité SI : kg/m³.

Remarque : on a $C^P = M \cdot C^M$ où M est la masse molaire du soluté.

4-La concentration ionique $[i]$ est le rapport du nombre de moles d'un des ions i au volume V de la solution.

$$[i] = v_i \cdot \alpha \cdot C^M$$

unité usuelle : mol d'ion/l ou iong/l, unité SI : mol d'ion/m³

Remarque : v_i est le nombre stœchiométrique de l'ion i et α le coefficient de dissociation du soluté c'est-à-dire la proportion du nombre de moles de soluté dissociées par rapport au nombre initial de moles de soluté dans la solution ($\alpha = 1$ lors d'une dissociation totale, $\alpha < 1$ si la dissociation est partielle).

4-La concentration osmolaire ou osmolarité C^O est le rapport du nombre total de moles de molécules non dissociées et de moles d'ions présents dans la solution après dissociation (les osmoles) au volume de la solution :

$$C^O = i \cdot C^M \text{ où } i = 1 + \alpha(v-1)$$

unité usuelle: Osm/l, unité SI : Osm/m³.

Remarque : $v = v_+ + v_-$ est la somme des coefficients stœchiométriques du cation et de l'anion provenant de la dissociation du soluté.

Le coefficient i est appelé coefficient d'ionisation.

5-La concentration équivalente ou normalité C^{Eq} est le rapport du nombre de moles de charges positives ou négatives (les équivalent-grammes) au volume V de la solution :

$$C^{Eq} = z_+ \cdot [+] = |z_-| \cdot [-]$$

unité usuelle : Eqg/l, unité SI : Eqg/m³.

Remarque : $[+]$ est la concentration ionique des cations et $[-]$ celle des anions données en iong/l.

6-La concentration molale ou molalité : C^m est le rapport du nombre de moles d'un des solutés à la masse du solvant.

$$C^m = \frac{n_{soluté}}{m_{solvant}}$$

unité SI : mol/kg de solvant.

7-La concentration osmole ou osmolalité C^θ

est le rapport du nombre total de moles de molécules non dissociées et de moles d'ions présents dans la solution après dissociation (les osmoles) à la masse du solvant.

$$C^\theta = i \cdot C^m \text{ où } i = 1 + \alpha(\nu - 1)$$

unité SI : Osm/kg de solvant.

Remarque : comme pour l'osmolarité, $\nu = \nu_+ + \nu_-$ est la somme des coefficients stœchiométriques du cation et de l'anion provenant de la dissociation du soluté et i est le coefficient d'ionisation.

8-La force ionique d'une solution F_{ion} est donnée par la formule suivante

$$F_{ion} = \frac{1}{2} \sum z_i^2 [i] \quad \text{sans unité}$$

Remarque : pour calculer la force ionique, il faut faire la somme sur tous les ions i présents dans la solution, z_i est la valence de chaque ion et $[i]$ sa concentration (en iong/l).

9-La constante d'équilibre de dissociation d'une solution électrolytique faible K est donnée par la formule suivante

$$K = \frac{[+]^{\nu_+} \cdot [-]^{\nu_-}}{(1 - \alpha) \cdot C^M} \quad \text{sans unité}$$

où $[+]$ est la concentration ionique des cations et $[-]$ celle des anions (en iong/l) provenant de la dissociation partielle du soluté de concentration molaire C^M (en mol/l).

Les propriétés électriques

La conductivité d'une solution, c'est-à-dire sa capacité à conduire le courant électrique, dépend de la nature et de la concentration des ions qu'elle contient, elle est donnée par la relation suivante :

$$\chi = \Lambda \cdot Z \cdot C^M$$

où Z est la valence de l'électrolyte : $Z = \nu_+ \cdot z_+ = \nu_- \cdot |z_-|$, C^M la molarité de l'électrolyte en SI (mol/m^3) et Λ la conductivité équivalente de la solution :

$$\Lambda = \alpha F (\mu_+ + |\mu_-|)$$

unité SI : $\Omega^{-1} \cdot \text{Eqg}^{-1} \cdot \text{m}^2$

Les grandeurs μ_+ (> 0) et μ_- (< 0) sont les mobilités des cations et des anions respectivement, elles lient la vitesse des ions au champ électrique auxquels ils sont soumis E par la relation :

$$|\mu_i| = \frac{v_i}{E} \quad \text{unité : } \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

Lorsque la force électrique (de module : $F_e = |q_i| E$) et la force de viscosité (de module $F_v = f_i v_i$) qui agissent sur un ion i lorsqu'il est soumis à un champ électrique E , s'équilibrent ($F_v = F_e$) : la vitesse de l'ion atteint une valeur limite :

$$v_i = \left| \frac{q_i}{f_i} \right| \quad \text{unité : } \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ce qui donne pour les mobilités des ions la formule suivante :

$$\mu_i = \frac{q_i}{f_i}$$

où f_i est le coefficient de friction de l'ion i dans le solvant (unité SI : kg/s) et $q_i = z_i e$ est sa charge électrique (unité SI : Coulombs (C))

La résistance R de la solution au passage du courant est donnée par :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad \text{unité SI : } \Omega$$

où $\frac{l}{S}$ est la constante de la cellule de conductivité (S : la section de ses électrodes et l : la distance entre elles) (unité : m^{-1}) et ρ la résistivité de la solution (l'inverse de sa conductivité) :

$$\rho = \frac{1}{\chi} \quad \text{unité : } \Omega \cdot \text{m}$$

L'intensité du courant électrique i traversant la solution est donné par la loi d'Ohm :

$$i = U/R \quad \text{Unité : } \text{A}$$

Où $U = E \cdot l$ (Unité : V) est la différence de potentiel appliquée entre les deux électrodes distantes de l .