

N.B. : On n'envisagera que des systèmes chimiques où tous les constituants sont dans une même phase liquide.

1- Notion d'équilibre chimique

- Un système est dit en état d'équilibre chimique, ou simplement en équilibre, si en dehors de toute intervention du milieu extérieur, les réactifs et les produits de la réaction sont présents dans le système et leurs quantités de matières ne changent pas au cours du temps.
- Un équilibre chimique est un équilibre dynamique. A l'échelle microscopique la réaction directe et la réaction inverse se déroulent avec des vitesses égales.

2- Fonction des concentrations

On considère une réaction chimique modélisée par l'équation suivante :



La fonction des concentrations, noté π , relative à cette équation est :

$$\pi = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Remarques

- La fonction des concentrations π est une grandeur sans dimension. (si par exemple on a $[A] = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$, on prendra 0,5 pour la concentration de A dans l'expression de la fonction π).
- Dans l'expression de la fonction des concentrations π , n'intervient que les concentrations qui varient au cours du temps donc on ne doit pas tenir compte de :

✓ La concentration du solvant qui est considérée comme constante. (Comme on se limite à l'étude des solutions aqueuses diluées, on considérera dans tout les cas que la concentration molaire de l'eau (qui joue le rôle d'un solvant) est constante à température constante on prendra donc $[H_2O] = 1$).

Exemple :

La fonction des concentrations relative à l'équation $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$ est $\pi = \frac{1}{[H_3O^+][OH^-]}$.

✓ La concentration d'un corps pur condensé (liquide ou solide). (on prendra [solide] = 1).

Exemple :

La fonction des concentrations relative à l'équation $Zn_{(\text{solide})} + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu_{(\text{solide})}$ est $\pi = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$.

3- Loi d'action de masse

Énoncé de la loi de masse

A une température donnée, un système chimique est en équilibre lorsque sa composition devient invariante et telle que la fonction des concentrations π est égale à une constante K indépendante de sa composition initiale, appelée constante d'équilibre.

La loi d'action de masse relative à l'équation $A + b B \rightleftharpoons c C + d D$ s'écrit : $K = \pi_{\text{éq}} = \frac{[C]_{\text{éq}}^c [D]_{\text{éq}}^d}{[A]_{\text{éq}}^a [B]_{\text{éq}}^b}$.

Remarques

- La loi d'action de masse est une **loi expérimentale**.
- K** est une grandeur sans unité.
- La constante d'équilibre **K** ne dépend pas de la composition initiale du mélange réactionnel, ni de sa composition finale ; elle dépend uniquement de la température.
- Une réaction est totale si au moins l'un des réactifs disparait donc K va tendre vers l'**infinie**. Du fait que la loi d'action de masse est une **loi expérimentale**, on admet qu'une réaction est **totale si $k > 10^4$** .

4- Les conditions d'évolution spontanée

Remarques

L'équation chimique précédente est écrite avec une double flèche, c.-à-d il y'a **deux** réactions qui peuvent se produire \Rightarrow

- La réaction **de gauche à droite** est la réaction **directe (1)** ;
- La réaction **de droite à gauche** est la réaction **inverse (-1)**.

Attention !!

- En l'absence d'indication contraire, on lit une équation chimique de gauche à droite (réaction directe).
- Il est incorrecte de dire la "**réaction indirecte**". En effet soit un passage de **M à N** ; le passage **inverse** est le passage de **N vers M** (en suivant le **même chemin** mais à l'envers). Un chemin **indirect** fait passer le système de **N** vers **M** en faisant un détour selon un chemin **different** de celui correspondant au passage de **M vers N**.

Pour un système chimique quelconque, la **réaction possible** spontanément est celle **qui rapproche** les valeurs de π à celle de K . \Rightarrow

- Pour que la réaction **directe (1)** soit possible spontanément, il faut que : $\pi < K$.
- Pour que la réaction **inverse (-1)** soit possible spontanément, il faut que : $\pi > K$.

Remarque

Connaissant les valeurs de π où celle de K , on peut déduire les valeurs de l'avancement de la réaction x et celle de l'avancement final x_f .

