

9.A3 - Quotient de réaction et constante d'équilibre

Notions abordées :

- Quotient de réaction Q_r .
- Système à l'équilibre chimique : constante d'équilibre $K(T)$.
- Critère d'évolution spontanée d'un système hors équilibre chimique.

Compétences travaillées :

- Déterminer le sens d'évolution spontanée d'un système.

I – Quotient de réaction

Définition

Considérons la réaction d'équation : $r_1 R_1 + r_2 R_2 + \dots \rightleftharpoons p_1 P_1 + p_2 P_2 + \dots$

Le quotient de réaction Q_r est défini par : $Q_r = \frac{a(P_1)^{p_1} \times a(P_2)^{p_2} \times \dots}{a(R_1)^{r_1} \times a(R_2)^{r_2} \times \dots}$

Où $a(X)$ est l'activité (grandeur sans unité) de l'espèce chimique X :

- pour une espèce X en solution : $a(X) = \frac{[X]}{c^0}$, c^0 étant la concentration standard, $c^0 = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- pour le solvant : $a(X) = 1$;
- pour un solide : $a(X) = 1$.

Remarque : Le quotient de réaction est une grandeur sans unité.

Exemple

Considérons l'équation : $\text{CH}_3\text{-COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$.

Ecrire le quotient de réaction de cette réaction.

Exercice

On considère la réaction entre les ions fer (III) Fe^{3+} et les ions iodure I^- .

Les couples mis en jeu sont : $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} / \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ et $\text{I}_2_{(\text{aq})} / \text{I}^-_{(\text{aq})}$.

- 1) Etablir l'équation de la réaction.
- 2) Ecrire l'expression du quotient de réaction associé à cette réaction.

II - Constante d'équilibre

Définition

La constante d'équilibre est le quotient de réaction à l'équilibre. Elle est notée $K(T)$.

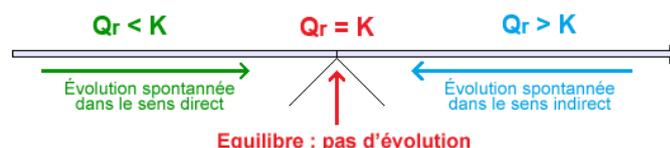
Propriété

La constante d'équilibre ne dépend pas de l'état initial du système. Elle ne dépend que de la température.

Évolution spontanée d'un système à l'équilibre

Un système hors équilibre chimique évolue spontanément de telle sorte que le quotient de réaction tende vers la constante d'équilibre.

Ainsi : si $Q_r < K$: le système évolue dans le sens direct ;
 si $Q_r = K$: le système est à l'équilibre ;
 si $Q_r > K$: le système évolue dans le sens indirect.



Exercice

À un volume $V = 20 \text{ mL}$ d'une solution de nitrate de plomb II telle que $[\text{Pb}^{2+}] = c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est ajouté $m = 200 \text{ mg}$ de poudre d'étain $\text{Sn}(s)$. À l'état final, $[\text{Sn}^{2+}]_f = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

À 25°C , la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction est égale $K(T) = 0,33$.

- 1) Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation. Les couples mis en jeu sont : $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ et $\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$.
- 2) Calculer la valeur du quotient de réaction à l'état initial du système considéré.
- 3) En déduire le sens d'évolution spontanée du système.
- 4) Calculer la valeur du quotient de réaction à l'état final du système. Conclure.

Données : - Couples : $\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Pb}(s)$ et $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Sn}(s)$.
 - $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

