

### Sommaire

#### I- Quotient de la réaction et constante d'équilibre

1-1/ Quotient de la réaction

1-2/ Constante d'équilibre

1-3/ Application

#### II- Critère d'évolution d'un système chimique

#### III- Exercices

3-1/ Exercice 1

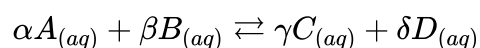
3-2/ Exercice 2

3-3/ Exercice 3

#### I- Quotient de la réaction et constante d'équilibre

1-1/ Quotient de la réaction

Le quotient de réaction  $Q_r$  pour une réaction d'équation :



s'écrit dans un état donné du système :

$$Q_r = \frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta}$$

L'expression de  $Q_r$  ne fait intervenir que les concentrations des espèces dissoutes, exprimées en  $mol \cdot L^{-1}$

$Q_r$  n'a pas d'unité.

1-2/ Constante d'équilibre

À l'équilibre les concentrations molaires des espèces chimiques deviennent constantes et le quotient de la réaction prend une valeur constante qui s'appelle la constante d'équilibre :

$$K = Q_{r, \text{éq}}$$

$$K = Q_{r, \text{éq}} = \frac{[C]_{\text{éq}}^\gamma \cdot [D]_{\text{éq}}^\delta}{[A]_{\text{éq}}^\alpha \cdot [B]_{\text{éq}}^\beta}$$

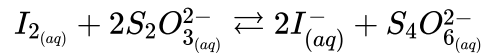
La constante d'équilibre dépend uniquement de la température.

Le taux d'avancement final d'une réaction à température donnée dépend de la constante d'équilibre (plus cette constante est grande, plus le taux d'avancement est grand), mais dépend aussi des conditions initiales.

### 1-3/ Application

On considère un mélange de volume  $V$  qui contient les ions  $S_2O_3^{2-}$ , les ions  $S_4O_6^{2-}$  et le diiode  $I_{2(aq)}$  et  $I_{(aq)}^-$ .

Ce système est le siège de la réaction chimique suivante :



On donne la concentration molaire initiale de chaque espèce dans le mélange :

$$\begin{aligned} [I_2] &= 0,2 \text{ mol. L}^{-1} \\ [I^-] &= 0,5 \text{ mol. L}^{-1} \\ [S_2O_3^{2-}] &= 0,3 \text{ mol. L}^{-1} \\ [S_4O_6^{2-}] &= 0,02 \text{ mol. L}^{-1} \end{aligned}$$

On a :

$$Q_{r,i} = \frac{[I^-]_i^2 \times [S_4O_6^{2-}]_i}{[I_2]_i \times [S_2O_3^{2-}]_i^2} \approx 0,28$$

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction	$I_2 + 2 S_2O_3^{2-} \rightleftharpoons 2 I^- + S_4O_6^{2-}$			
états	Concentrations molaires (en mol/L)			
Etat initial	0,2	0,3	0,5	0,02
Etat de transformation	$0,2 - \frac{x}{V}$	$0,3 - 2 \cdot \frac{x}{V}$	$0,5 + 2 \cdot \frac{x}{V}$	$0,02 + \frac{x}{V}$

Valeur de  $Q_r$  à l'instant  $t$  où  $[I_2]_t = 0,15 \text{ mol. L}^{-1}$  :

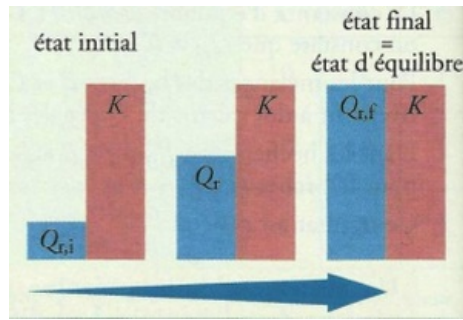
$$\begin{aligned} [I_2]_t &= 0,2 - \frac{x}{V} = 0,15 \text{ mol. L}^{-1} \\ \Rightarrow \frac{x}{V} &= 0,05 \text{ mol. L}^{-1} \\ \Rightarrow Q_{r,t} &= \frac{[I^-]_t^2 \times [S_4O_6^{2-}]_t}{[I_2]_t \times [S_2O_3^{2-}]_t^2} \\ Q_{r,t} &= \frac{(0,5 + 2 \times 0,05)^2 \times (0,02 + 0,05)}{(0,2 - 0,05) \times (0,3 - 2 \times 0,05)^2} \\ Q_{r,t} &= 4,2 \end{aligned}$$

## II- Critère d'évolution d'un système chimique

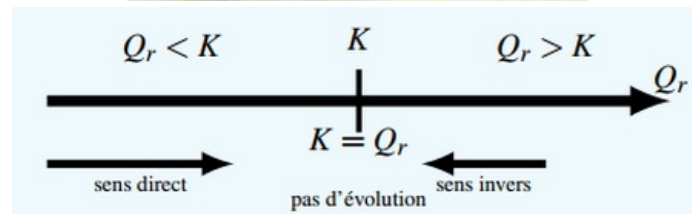
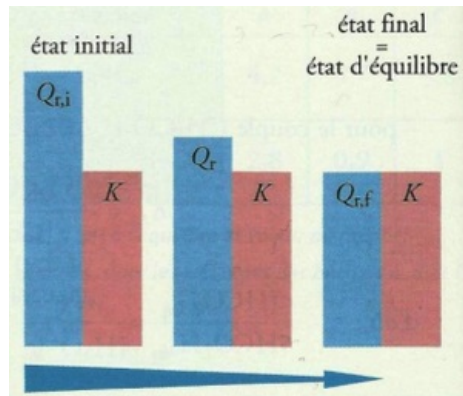
Un système chimique va évoluer de façon que  $Q_r$  tend vers la valeur de la constante d'équilibre  $K$  :

On en distingue trois cas :

- $K = Q_r$  : Le système est en équilibre et n'évolue dans aucun sens : la composition du système ne varie plus.
- $K > Q_r$  : L'évolution spontanée se produit dans le sens direct (1) (sens de consommation des réactifs).



- $K < Q_r$  : L'évolution spontanée se produit dans le sens inverse (2) (sens de consommation des Produits).



### III- Exercices

#### 3-1/ Exercice 1

On introduit dans un bécher :

$V_1 = 10\text{ml}$  d'une solution d'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  de concentration  $C = 0,010\text{mol. L}^{-1}$

$V_2 = 10\text{ml}$  d'une solution d'acétate de sodium ( $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ ) fraîchement préparée de concentration  $C = 0,010\text{mol. L}^{-1}$ .

$V_3 = 20\text{ml}$  d'une solution d'ammoniac  $\text{NH}_3$  de concentration  $C' = 0,025\text{mol. L}^{-1}$ .

$V_4 = 10\text{ml}$  d'une solution de chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ ) de même concentration  $C' = 0,025\text{mol. L}^{-1}$ .

1. Écrire l'équation de la réaction qui peut se produire en considérant l'acide acétique comme un réactif .

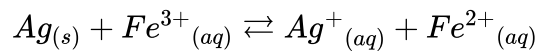
On donne la constante d'acidité des deux couples  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 10^{-4,8}$  et  $K_a(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3) = 10^{-9,2}$ .

2. Déterminer la constante d'équilibre  $K$  associée à cette réaction .
3. Déterminer la valeur de la quotient de réaction dans l'état initial  $Q_{r,i}$  du système .
4. Dans quel sens le système va-t-il évolué ?

### 3-2/ Exercice 2

On mélange à l'état initial  $10^{-2}mol$  d'ions  $Fe^{3+}$  et  $5 \cdot 10^{-2}mol$  d'ions  $Ag^+$  et  $2 \cdot 10^{-2}mol$  d'ions  $Fe^{2+}$ , puis on introduit dans un volume  $V = 500mL$  de cette solution un fil d'argent.

On considère la transformation à laquelle on associe la réaction suivante :

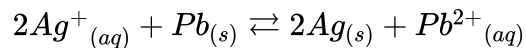


Sa constante d'équilibre à  $25^\circ C$  est  $K = 3,2$

1. Déterminer quotient initial  $Q_{r,i}$  de cette réaction puis en déduire le sens d'évolution spontanée du système.
2. Dresser le tableau d'évolution de ce système.
3. Déterminer l'avancement de la réaction à l'équilibre.
4. Déterminer les concentrations de toutes les espèces chimiques existant à l'équilibre.

### 3-3/ Exercice 3

Un système contenant des ions plomb (II)  $Pb^{2+}$  et argent  $Ag^+$ , du plomb et de l'argent métalliques, peut être le siège de la réaction d'équation :



1. Donner l'expression littérale du quotient de réaction correspondant.

La constante d'équilibre de cette réaction vaut  $3 \cdot 10^{31}$ .

Un système  $S$  est obtenu en introduisant dans de l'eau distillée de façon à obtenir  $V = 100,0 mL$  de solution :

- $n_1 = 1,2mmol$  d'ions plomb (II).
- $n_2 = 2,0mmol$  de plomb métallique.
- $n_3 = 1,0mmol$  d'ions argent.
- $n_4 = 0,10mmol$  d'argent métallique.

2. Dans quel sens va évoluer  $S$  ?