Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Partie 3A. Evolution spontanée d'un système chimique

CHAP 7B-POLY Prévoir le sens d'évolution spontanée

1. TRANSFORMATIONS TOTALES ET LIMITEES

1.1. Définition

Soit une réaction **a.A** + b.B ⇋ cC + **d.D**

- Quand on mélange 2 réactifs A et B avec A en défaut :
- En 2de on considère que la réaction est totale, càd que le réactif en défaut est entièrement consommé et qu'à la fin il ne reste que B et les produits C et **D**
- En fait il existe des réactions non totales, dans un tel cas le réactif en défaut n'a pas entièrement disparu, càd qu'à la fin il reste **A**,.B, C et **D**
- Si la réaction est limitée (non totale), dans l'équation de la réaction on met un signe ⇋ et pas une flèche →(cf ci-dessus)

1.2. Détermination du caractère total ou non d'une transformation

- On suppose que la réaction est ..... et on calcule x_{max}
- On détermine expérimentalement x_f (souvent à l'aide des produits formés)
- On compare x_{max} et x_f :
  - Si x_{max} ..... x_f la réaction est totale
  - Si x_f ..... x_{max} la réaction est totale

Rq :

x_{max} se calcul à l'aide des ....., càd du côté gauche

x_f se calcul à l'aide des ....., càd du côté droit

1.3. Taux d'avancement final d'une réaction

- Il est noté (TAU) il n'a pas d'unité, il vaut

$$\tau = \quad$$

Si $\tau < 1$ la réaction est .....

Si τ ..... 1 la réaction est totale

Rq : si on x par 100 on obtient **le taux d'avancement en pourcentage :**

$$\tau\,(\%) = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100$$

Si $\tau < 100$ % la réaction est limitée

Si $\tau = 100$ % la réaction est totale

2. QUOTIENT DE REACTION

2.1. Définition

- Soit une réaction **aA + bB ⇋ cC + dD**

- Le quotient de réaction noté Qr est égal à :

Qr =

Rq: Qr s'écrit ds n'importe quel état du système : E.I. ; E.F ; E en cours ….

2.2. Convention

- En toute rigueur, **Qr =** où les valeurs entre parenthèses représente les activités chimiques :

- Pour une espèce X en solution: $(X_{(aq)}) = [X]/C^0$ avec $C^0 = 1\ mol.L^{-1}$
- Si l'eau est en excès (solvant) : $(H_2O_{(l)}) = 1$
- Si une espèce est solide : $(X_{(s)}) = 1$

- En conclusion et pour simplifier, on ne met dans la formule du Qr que les espèces aq. et liq. mais pas les ..... ni ..... si c'est le solvant.

Ex : $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(liq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$; Qr =

- les activités chimiques sont des nombres sans dimension donc Qr est sans unité.

3. CONSTANTE D'EQUILIBRE

- Quand le système est à l'équilibre (réaction fini), le quotient de la réaction est une constante appelée ....., notée K ou Qr(eq) ou Qr_f

- Son expression devient :

$$K = \frac{[C]_f^{\,c}.[D]_f^{\,d}}{[A]_f^{\,a}.[B]_f^{\,b}}$$

- K ne dépend pas de .....d'un système
- K ne dépend que de .....

4. INFLUENCE DE K SUR LE TAUX D'AVANCEMENT D'UNE REACTION

- Plus K est ....., plus le taux d'avancement d'une réaction est grand (càd plus τ est grand), c'est-à-dire plus il y a de réactifs qui se transforment en produit (plus la réaction est déplacée dans le sens .....).

Rq : Si K > ..... on dit que la réaction est .....(τ > 99 %)

5. EVOLUTION SPONTANEE D'UN SYSTEME CHIMIQUE

5.1. Définition

- L'évolution est..... si le système évolue à partir de l'état initial sans aucune intervention extérieure.

5.2. Cas où il n'y a pas d'évolution spontanée

Il n'y a pas d'évolution si :

a) Le système est .....

b) Lorsque la transformation est .....

c) Si l'évolution est .....

5.3. Critère d'évolution spontanée

Soit une réaction : $\mathbf{a.A + b.B \leftrightharpoons c.C + d.D}$

- **On calcule le quotient de réaction à l'état initial : $Q_{r,i}$** $$Q_{r,i} = \frac{[C]^c_i [D]^d_i}{[A]^a_i [B]^b_i}$$

- **On calcule le quotient de réaction à l'équilibre : K** $$K = Q_{r,eq} = Q_{r,f} = \frac{[D]^d_f . [C]^c_f}{[A]^a_f [B]^b_f}$$

- **On compare Qr,i à K**

  a)
  Le système est déjà à l'équilibre (la réaction est terminée)

  b)
  Le système va évoluer de l'état initial vers l'état final dans le .....
  càd dans le sens de disparition de A et B et de formation de C et D

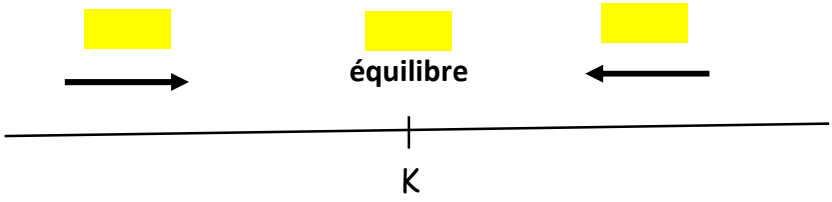
  c)
  Le système va évoluer de l'état initial vers l'état final dans le .....
  càd dans le sens de disparition de C et D et de formation de A et B

  Si tel est le cas on réécrit l'équation dans l'autre sens pour se simplifier la vie càd

  $$c.C + d.D \leftrightharpoons a.A + b.B$$

  qui évoluera alors dans le sens direct

- **Le quotient de réaction initial associé à cette réaction sera donc de :** $Q'_{r,i} = \frac{1}{Q_{r,i}}$

- **La constante d'équilibre associé à cette réaction sera donc de :** $K' = \frac{1}{K}$

RESUME :