



Fiche : Sens d'évolution d'un système et équilibre chimique

FICHE • C16 • TERMINALE

Spécialité de terminale, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

Sommaire du cours

L'essentiel	1
Formules et définitions à connaître	2
Pièges à éviter	2
Je me teste	3

L'essentiel

- Une transformation est totale si $x_f = x_{\max}$, non totale si $x_f < x_{\max}$; on l'écrit alors avec la double flèche $\rightleftharpoons$.
- Le taux d'avancement final $\tau = x_f / x_{\max}$ est sans unité et compris entre 0 et 1.
- L'état d'équilibre est dynamique : les réactions dans les sens direct et inverse ont lieu à la même vitesse, les concentrations restent constantes.
- Le quotient de réaction Q_r s'écrit avec les produits au numérateur, les réactifs au dénominateur, chaque concentration (divisée par $c^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) élevée à la puissance de son nombre stœchiométrique.
- Le solvant eau et les solides ne figurent pas dans Q_r .
- À l'équilibre, $Q_r, \text{éq} = K$, la constante d'équilibre, qui ne dépend que de la température.
- Si $Q_r, i < K$, le système évolue dans le sens direct ; si $Q_r, i > K$, dans le sens inverse ; si $Q_r, i = K$, il est à l'équilibre.
- Le critère d'évolution renseigne sur le sens, jamais sur la vitesse.
- Un catalyseur ne modifie ni K ni τ : il réduit seulement la durée d'atteinte de l'équilibre.
- Ajouter un réactif ou retirer un produit fait évoluer un équilibre dans le sens direct ; ajouter un produit le fait évoluer dans le sens inverse.
- Le taux d'avancement dépend de K mais aussi de l'état initial : diluer un acide faible ou mettre un réactif en excès augmente τ .
- Le produit de solubilité K_s est la constante de l'équilibre entre un solide ionique et ses ions en solution saturée.
- La solubilité s est la quantité maximale de solide dissoute par litre ; pour AgCl , $K_s = s^2$, pour PbI_2 ou CaF_2 , $K_s = 4s^3$.
- Un précipité se forme si, après mélange, Q_r de la dissolution dépasse K_s .
- Un ion commun déjà présent diminue la solubilité d'un solide.



Formules et définitions à connaître

Grandeur	Formule	Unité	Condition
Taux d'avancement final	$\tau = x_f / x_{\max}$	sans unité	$x_{\max}$ calculé avec le réactif limitant
Quotient de réaction	$Q = ([C]^c \times [D]^d) / ([A]^a \times [B]^b)$	sans unité	sans solvant ni solide
Équilibre	$Q, \text{éq} = K(T)$	sans unité	K ne dépend que de T
Acide faible	$K_a = [A^-][H_3O^+] / [HA], pK_a = -\log K_a$	sans unité	réaction de l'acide avec l'eau
Produit ionique de l'eau	$K_e = [H_3O^+][HO^-] = 1,0 \times 10^{-14}$	sans unité	à 25 °C
Solide AB	$K_s = s^2$	s en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	eau pure
Solide AB ₂ ou A ₂ B	$K_s = 4s^3$	s en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	eau pure
Loi de Kohlrausch	$\sigma = \sum \lambda [X]$	$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$	solution diluée, [X] en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$

Pièges à éviter

- Écrire l'eau solvant ou un solide dans Q.



- Oublier de recalculer les concentrations avec le volume total après un mélange.
- Écrire $K_s = s^2$ pour un solide de type AB_2 : c'est $4s^3$.
- Comparer les solubilités de deux solides de types différents par leurs seuls K_s .
- Croire qu'un K grand impose $\tau = 1$ ou qu'un catalyseur augmente τ .
- Garder une racine d'équation qui donne un avancement négatif ou supérieur à $x_{\max}$.

Je me teste

1. Que vaut τ si $x_f = x_{\max}$? $\rightarrow \tau = 1$, la transformation est totale.
2. De quoi dépend K ? $\rightarrow$ Uniquement de la température, pour une équation donnée.
3. $Q_{\text{pi}} = 0,5$ et $K = 20$: sens d'évolution ? $\rightarrow$ Sens direct.
4. Expression de Q_{pi} pour $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$? $\rightarrow Q_{\text{pi}} = [\text{Zn}^{2+}] / [\text{Cu}^{2+}]$.
5. Effet de l'ajout d'un produit sur un équilibre ? $\rightarrow Q_{\text{pi}} > K$, évolution dans le sens inverse.
6. Effet d'une dilution sur τ pour un acide faible ? $\rightarrow \tau$ augmente.
7. Relation entre K_s et s pour AgCl dans l'eau pure ? $\rightarrow K_s = s^2$.
8. Relation entre K_s et s pour PbI_2 ? $\rightarrow K_s = 4s^3$.
9. Condition d'apparition d'un précipité ? $\rightarrow Q_{\text{pi}}$ de la dissolution supérieur à K_s .
10. Pourquoi un catalyseur ne change-t-il pas τ ? $\rightarrow$ Il accélère les deux sens sans modifier K .