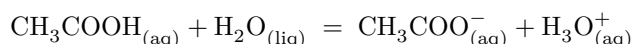


# Introduction à l'équilibre chimique

## I - Une réaction peut être non totale et renversible

### Exercice C1 : Mise en solution de l'acide éthanoïque

Lorsqu'on le met dans l'eau, l'acide éthanoïque (pur) réagit selon une transformation de type acido-basique, modélisée par l'équation bilan



On travaille sur une solution d'acide éthanoïque de concentration en soluté apporté  $C_0 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

- 1 - Quelle grandeur peut-on facilement mesurer pour déterminer l'avancement volumique final  $x_f$  ?
- 2 - Déterminer sa valeur dans le cas où la transformation serait totale.

## II - Quotient de réaction et constante d'équilibre

### Exercice C2 : Expression des activités

Exprimer les activités de toutes les espèces chimiques mises en jeu dans les situations ci-dessous.

- 1 - Limaille de fer versée dans un verre d'eau pure.
- 2 - Solution d'acide chlorhydrique HCl à  $1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- 3 - Bouteille d'hélium à 200 bar.
- 4 - Diazote et dioxygène de l'air à pression atmosphérique.

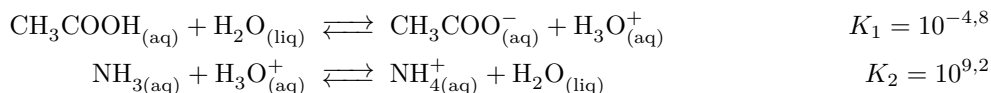
### Exercice C3 : Écriture du quotient réactionnel

Exprimer le quotient réactionnel pour chacune des transformations ci-dessous.

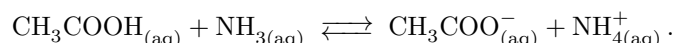
- 1 -  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{liq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ .
- 2 -  $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ .
- 3 -  $4\text{Al}_{(\text{s})} + 3\text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{Al}_2\text{O}_{3(\text{s})}$ .

### Exercice C4 : Combinaison d'équations bilans et constantes d'équilibre

Les constantes d'équilibre des deux réactions ci-dessous sont données :



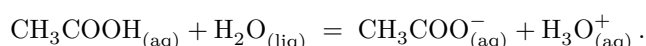
En déduire la valeur de la constante d'équilibre de la réaction



## III - État final d'une transformation

### Exercice C5 : État final d'une transformation équilibrée

Considérons la réaction



Sa constante d'équilibre vaut  $K = 10^{-4,8}$ . On part d'une concentration  $C_0 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  en acide éthanoïque.

- 1 - Déterminer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$ .
- 2 - En raisonnant sur la loi d'action des masses, établir une équation polynômiale vérifiée par  $x_{\text{éq}}$ .

La résolution de cette équation donne

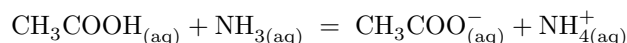
$$x_{\text{éq}} = \frac{-K \pm \sqrt{K^2 + 4KC_0}}{2} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

3 - Lequel des signes  $\pm$  faut-il conserver ?

4 - Conclure : donner les différentes concentrations dans l'état final.

### Exercice C6 : État final d'une transformation quasi-totale

Considérons la réaction



qui a pour constante d'équilibre  $K^\circ = 10^{4,4}$  calculée précédemment. À l'état initial, les concentrations en  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $\text{NH}_3$  sont respectivement notées  $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  et  $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

1 - Écrire la loi d'action des masses.

Une résolution numérique de cette équation donne  $x_{\text{éq}} = 0,99992 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

2 - Commenter ce résultat.

La valeur ci-dessus appelle à utiliser une méthode approximée pour déterminer de façon plus rapide l'état final de la transformation.

3 - Déterminer toutes les concentrations, sauf celle du réactif limitant en approximant  $x_{\text{éq}} = x_{\text{max}}$ , c'est-à-dire en raisonnant comme si la transformation était totale.

4 - Déterminer enfin la concentration restante du réactif limitant.

### Exercice C7 : Rupture d'équilibre

Considérons la réaction de dissolution du chlorure d'argent :



Sa constante d'équilibre vaut  $K_s = 10^{-10}$ . On se place dans 100 mL de solution.

1 - Pourquoi est-il impossible ici de raisonner uniquement en concentrations ?

2 - Déterminer l'avancement d'équilibre  $\xi_{\text{éq}}$  en appliquant la loi d'action des masses.

3 - Proposer un exemple de condition initiale (quantité de matière en  $\text{AgCl}$ ) pour laquelle l'équilibre est atteint. Déterminer les quantités de matière finales dans ce cas.

4 - Proposer un exemple de condition initial pour laquelle il n'est pas possible d'atteindre l'équilibre. Déterminer les quantités de matière finales dans ce cas.