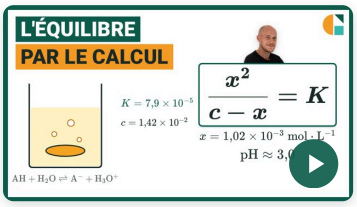
Exercices corrigés

Déterminer la composition à l'équilibre à partir de K

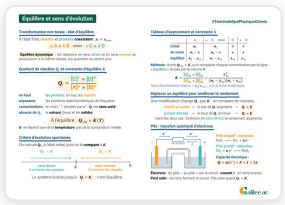
Sens d'évolution et équilibre chimique • Compétence 6 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T6-6



La fiche de cours

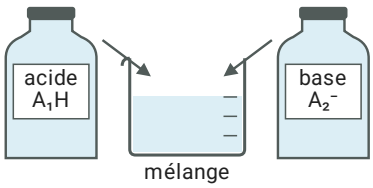
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/equilibre-sens-evolution

Exercice 1

Un acide et une base en proportions égales

On mélange un acide $\mathrm{A_1H}$ et une base $\mathrm{A_2^-}$: juste après le mélange, chacun est à la concentration $c = 30\ \mathrm{mmol \cdot L^{-1}}$ et il n'y a aucun produit.



$$\mathrm{A_1H(aq) + A_2^-(aq) \rightleftharpoons A_1^-(aq) + A_2H(aq)} \qquad K = 4{,}0$$

On note x la concentration de chaque produit à l'équilibre. Données : à l'équilibre, $Q_{\mathrm{r,éq}} = \dfrac{x^2}{(c-x)^2} = K$; taux d'avancement final $\tau = \dfrac{x}{c}$.

1) Calculer le rapport $\dfrac{x}{c-x}$ à l'équilibre.

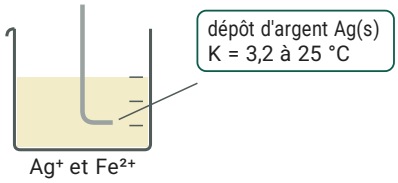
2) En déduire la concentration x de chaque produit à l'équilibre.

3) Calculer la concentration de l'acide $\mathrm{A_1H}$ à l'équilibre.

4) Calculer le taux d'avancement final, en pourcentage.

Exercice 2 🌶🌶🌶 Récupérer l'argent d'un bain

Un bain contient des ions argent et des ions fer(II), chacun à la concentration $c = 0{,}100\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, sans ions fer(III).



$$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \qquad K = 3{,}2$$

À l'équilibre, $x = [\text{Fe}^{3+}]$ (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) vérifie $\dfrac{x}{(c-x)^2} = K$, soit $Kx^2 - b\,x + Kc^2 = 0$ avec $b = 2Kc + 1$.

1) Calculer le coefficient b.

2) Calculer le discriminant Δ de l'équation.

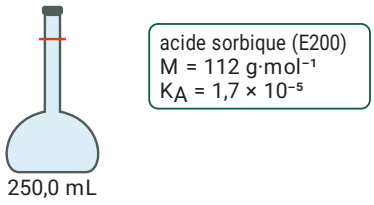
3) Calculer la concentration x des ions fer(III) à l'équilibre (la plus petite des deux solutions).

4) Pourquoi l'autre solution de l'équation est-elle rejetée ?

5) Calculer la concentration des ions argent à l'équilibre.

Exercice 3 🌶🌶🌶🌶 Type bac : le conservateur E200

On dissout $m = 340\ \text{mg}$ d'acide sorbique (conservateur E200), noté AH, dans une fiole jaugée de $250{,}0\ \text{mL}$ complétée avec de l'eau.



$$\text{AH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \qquad K_\text{A} = 1{,}7 \times 10^{-5}$$

Données : $M(\text{AH}) = 112\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $c = \dfrac{m}{M \times V}$; à l'équilibre, $x = [\text{H}_3\text{O}^+]$ vérifie $\dfrac{x^2}{c-x} = K_\text{A}$; $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$; $\tau = \dfrac{x}{c}$.

1) Calculer la concentration apportée c en acide sorbique.

2) Calculer la concentration des ions oxonium à l'équilibre.

3) Calculer le pH de la solution, arrondi au dixième.

4) Calculer le taux d'avancement final, en pourcentage.

Déterminer la composition à l'équilibre à partir de K

Exercice 1 Un acide et une base en proportions égales

1) À l'équilibre, $Q_{r,éq} = \dfrac{[A_1^-] \times [A_2H]}{[A_1H] \times [A_2^-]} = \dfrac{x^2}{(c-x)^2} = K$. Le rapport est positif, donc :

$$\boxed{\frac{x}{c-x} = \sqrt{K} = \sqrt{4{,}0} = 2{,}0}$$

2) $x = 2{,}0 \times (c - x)$, donc $x \times (1 + 2{,}0) = 2{,}0 \times c$:

$$\boxed{x = \frac{2{,}0 \times 30}{1 + 2{,}0} = 20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

3) Chaque réactif a perdu x :

$$\boxed{[A_1H]_{éq} = c - x = 30 - 20 = 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

4) Si la transformation était totale, x atteindrait c :

$$\boxed{\tau = \frac{x}{c} = \frac{20}{30} \approx 0{,}67 \quad \text{soit} \quad 67\ \%}$$

Les quatre espèces sont présentes à l'état final : la transformation n'est pas totale.

Exercice 2 Récupérer l'argent d'un bain

1) L'argent solide ne figure pas dans le quotient de réaction. En développant $x = K(c - x)^2$, on obtient le coefficient de x :

$$\boxed{b = 2Kc + 1 = 2 \times 3{,}2 \times 0{,}100 + 1 = 1{,}64}$$

2) Le coefficient de x^2 est K, le terme constant est Kc^2 :

$\Delta = b^2 - 4 \times K \times Kc^2 = 1{,}64^2 - 4 \times 3{,}2^2 \times 0{,}100^2 = 2{,}28$

3) $\sqrt{\Delta} \approx 1{,}51$. On garde la plus petite solution :

$$\boxed{x = \frac{b - \sqrt{\Delta}}{2K} = \frac{1{,}64 - 1{,}51}{2 \times 3{,}2} \approx 0{,}0203 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

4) L'autre solution, $\dfrac{b + \sqrt{\Delta}}{2K} \approx 0{,}492 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, est positive mais elle dépasse $c = 0{,}100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$: il faudrait consommer plus d'ions argent qu'il n'y en a.

$$\boxed{\text{elle dépasse c}}$$

5) Chaque ion fer(III) formé a consommé un ion argent :

$$\boxed{[Ag^+]_{éq} = c - x = 0{,}100 - 0{,}0203 = 0{,}0797 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Exercice 3 Type bac : le conservateur E200

1) La masse est convertie en grammes et le volume en litres :

$$\boxed{c = \frac{m}{M \times V} = \frac{340 \times 10^{-3}}{112 \times 0{,}2500} \approx 1{,}21 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Exercice 3 (suite) Type bac : le conservateur E200

2) On note $x = [\mathrm{H_3O^+}]_{éq} = [\mathrm{A^-}]_{éq}$; il reste $c - x$ d'acide. À l'équilibre, $\dfrac{x^2}{c-x} = K_\mathrm{A}$, soit $x^2 + K_\mathrm{A}\,x - K_\mathrm{A}\,c = 0$.

$\Delta = K_\mathrm{A}^2 + 4 \times K_\mathrm{A} \times c = (1{,}7 \times 10^{-5})^2 + 4 \times 1{,}7 \times 10^{-5} \times 1{,}21 \times 10^{-2} \approx 8{,}23 \times 10^{-7}$

$\sqrt{\Delta} \approx 9{,}07 \times 10^{-4}$; la solution négative est rejetée :

$$\boxed{x = \frac{-1{,}7 \times 10^{-5} + 9{,}07 \times 10^{-4}}{2} = 4{,}45 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}}$$

3) $$\boxed{\mathrm{pH} = -\log(4{,}45 \times 10^{-4}) \approx 3{,}4}$$

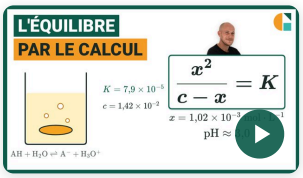
4) Si la transformation était totale, x atteindrait c :

$$\boxed{\tau = \frac{x}{c} = \frac{4{,}45 \times 10^{-4}}{1{,}21 \times 10^{-2}} \approx 0{,}0368}$$

soit $\tau \approx 3{,}7\ \%$.

En négligeant x devant c, on trouverait $x \approx \sqrt{K_\mathrm{A} \times c} \approx 4{,}54 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. Ici $\dfrac{x}{c} \approx 3{,}7\ \%$, bien moins de 10 % : le raccourci est légitime ; cette valeur approchée, et le pH et le taux qui en découlent, sont acceptés aussi.

La transformation n'est pas totale : l'acide sorbique est un acide faible.



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T6-6

Composition à l'équilibre à partir de K : exercices PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Déterminer la composition d'un système à l'équilibre à partir de sa constante K : exprimer les concentrations à l'équilibre en fonction de l'avancement volumique x, écrire que le quotient de réaction à l'équilibre est égal à K, résoudre l'équation (racine carrée ou second degré), rejeter la solution impossible, puis calculer pH et taux d'avancement final. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.