

Exercices

Etat d'équilibre d'un système chimique Transformation chimique qui s'effectue en deux sens & Etat d'équilibre d'un système chimique

EXERCICE 1

Une solution S d'acide propanoïque, C_2H_5COOH , de concentration apportée $C = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ à un pH égal à 3,90.

- 1) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide et l'eau.
- 2) Déterminer le taux d'avancement final de cette réaction. Est-elle totale ?
- 3) Calculer k la constante d'équilibre de cette réaction.
- 4) Par dilution de S, on obtient une solution S' d'acide propanoïque de concentration apportée $C' = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, le taux d'avancement final vaut 40%. Calculer le pH' de la solution.

EXERCICE 2

L'acide nitreux a pour formule HNO_2 .

- 1) Quelle est sa base conjuguée ?
- 2) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide et l'eau.
- 3) Pour une solution de volume $V = 50,0 \text{ mL}$ et de concentration apportée $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, le taux d'avancement final τ de cette réaction vaut 22%.
 - a. Calculer l'avancement maximal.
 - b. Calculer l'avancement final.
 - c. En déduire le pH de cette solution.
 - d. Quelle est la composition en quantité de matière de l'état final?

EXERCICE 3

L'acide lactique, de formule $CH_3-CH_2OH-CO_2H$, est utilisé en solution pour ses propriétés bactéricides.

- 1) Quelle est la base conjuguée de l'acide lactique ? Ecrire la demi-équation acido-basique associée à ce couple.
- 2) On dispose d'une solution commerciale S_0 d'acide lactique de pourcentage massique $P = 85\%$ et de masse volumique $\mu = 1,20 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot L^{-1}$. A partir de S_0 , on prépare une solution S d'acide lactique de concentration apportée C et de volume $V = 1,00 \text{ L}$. Pour cela, on verse un volume $V_0 = 5,0 \text{ mL}$ de solution commerciale S_0 dans environ 200 mL d'eau contenue dans une fiole jaugée de 1,00 L puis on ajoute la quantité d'eau nécessaire.
 - a. Quelle est la concentration apportée C en acide lactique de la solution obtenue?
 - b. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau.

- 3) On verse un volume V dans un bécher et on mesure le pH de la solution. On obtient $\text{pH} = 2,57$.
- Montrer que le taux d'avancement final ne dépend pas du volume V.
 - Calculer sa valeur. La réaction est-elle totale ?

EXERCICE 4

Une solution S d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ de concentration $C_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un $\text{pH} = 3,25$.

- Ecrire l'équation de la transformation acidobasique entre l'acide $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ et l'eau et dresser son tableau d'avancement.
- Calculer le taux d'avancement à l'état final de la transformation.
- Déterminer, à l'état final, les espèces chimiques présentes dans la solution et calculer leurs concentrations.
- Calculer K la constante d'équilibre de la réaction.
- On prépare une solution S' en diluant 10 fois la solution S.
 - Calculer C' la concentration de la solution S'.
 - Calculer pH' de la solution S'.

EXERCICE 5

Un volume $V = 50,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse a été obtenu en apportant $n_1 = 2,50 \text{ mmol}$ d'acide méthanoïque $\text{HCO}_2\text{H}(\text{aq})$ et $n_2 = 5,00 \text{ mmol}$ d'éthanoate de sodium, $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq})$. Dans l'état d'équilibre, à 25°C , sa conductivité σ vaut $0,973 \text{ S.m}^{-1}$.

- Ecrire l'équation de la réaction et établir son tableau d'avancement.
- Exprimer la conductivité σ de la solution en fonction de l'avancement $x_{\text{éq}}$ dans l'état d'équilibre.
- En déduire la valeur $x_{\text{éq}}$ de l'avancement dans l'état d'équilibre.
- Déterminer à l'état d'équilibre, les concentrations effectives des espèces chimiques participant à la réaction
- Déterminer k la constante d'équilibre.

Données : à 25°C , conductivités molaires ioniques en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$
 $\lambda_{\text{HCO}_2^-} = \lambda_1 = 5,46 \times 10^{-3}$; $\lambda_{\text{CH}_3\text{CO}_2^-} = \lambda_2 = 4,09 \times 10^{-3}$; $\lambda_{\text{Na}^+} = \lambda_3 = 5,01 \times 10^{-3}$.

EXERCICE 6 : *taux d'avancement, pH et K*

- 1) On prépare une solution (S_1) d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration C_1 et de $\text{pH} = 3,4$. On donne la constante d'équilibre d'acide éthanoïque $k = 1,58 \cdot 10^{-5}$.

- Donner l'équation de réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
- Dresser le tableau d'avancement.

1-3/ Montrer l'expression suivante : $\tau_1 = \frac{k}{k + [\text{H}_3\text{O}^+]}$ calculer τ_1 le taux d'avancement.

1-4/ Calculer C_1 .

- 2) On prépare une solution (S_2) de concentration C_3 en diluant 5 fois la solution (S_1)

3-1/ Déterminer pH_3 de la solution (S_2).

3-2/ Calculer σ_3 la conductivité de la solution (S_2) à la fin de la dilution.

Données : à 25°C conductivités molaire ioniques en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

$\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \lambda_1 = 4,09$; $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = \lambda_2 = 35,0$

EXERCICE 7 :***L'identification d'un acide carboxylique grâce à la constante d'équilibre.***

Les acides carboxyliques entrent comme constituants essentiels dans la composition de plusieurs produits utilisés par l'Homme dans sa vie quotidienne comme les aliments, les parfums et d'autres produits.

Le but de cet exercice est l'étude de la réaction d'un acide carboxylique AH avec l'eau et l'identification de sa formule.

Données :

- On néglige l'influence des ions HO^- qui proviennent de la solution aqueuse.
- La conductivité molaire ionique à la température 25°C en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$:
 $\lambda_{\text{A}^-} = \lambda_1 = 3,23$; $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = \lambda_2 = 35,0$.
- Tableau suivant donne les valeurs de $-\log(k)$ « k la constante d'équilibre de la réaction d'acide AH/A^- avec l'eau »:

AH/A ⁻	NH ₄ ⁺ /NH ₃	HF/F ⁻	ClOH/ClO ⁻	C ₆ H ₅ CO ₂ H/C ₆ H ₅ CO ₂ ⁻
$-\log(K)$	9,2	3,2	7,3	4,2

Une bouteille du laboratoire contient une solution aqueuse (S) d'un acide carboxylique AH de concentration : $C_A = 5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de volume $V = 1 \text{ L}$.

Pour identifier l'acide AH, un technicien du laboratoire a mesuré la conductivité de la solution (S) acides carboxyliques et obtient la valeur : $\sigma = 2,03\cdot 10^{-2} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$

- Ecrire les demi-équations en déduire l'équation de la réaction.
- Remplir le tableau d'avancement ci-dessous :

L'équation de la réaction :	Avancement (en mol)+..... \rightleftharpoons+.....			
Etat initial	$x = 0$	.....	⋮	.....	.....
En cours	x	.....		.....	.....
Etat d'équilibre	$x = x_{\text{eq}}$	.....		.....	.....
Etat maximal	$x = x_{\text{max}}$	.....		.....	.....

- Calculer la valeur x_{eq} (en mmol) de l'avancement dans l'état d'équilibre.
- Calculer τ (en%) le taux d'avancement de la réaction étudiée. Conclure
- Calculer le pH de la solution à l'équilibre.
- Exprimer K la constante d'équilibre en fonction de C_A et de τ le taux d'avancement.
- Identifier l'acide AH.
- On prépare une solution (S₁) par dilution jusqu'à l'obtention du $\text{pH}' = 4,5$
 - Donner le protocole de préparation de cette solution (S₁).
 - Calculer C_1 (en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) la concentration de la solution (S₁).