



EXERCICE 1

Une solution aqueuse de volume $V=2,0\text{ L}$ est obtenue en apportant $2,0 \cdot 10^{-2}\text{ mol}$ d'acide lactique de formule brute $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, noté HA, dans le volume d'eau nécessaire.

À 25°C , la concentration à l'équilibre en acide HA est de $8,9 \cdot 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- 1- Écrire l'équation de la réaction entre l'acide et l'eau.
- 2- Calculer les concentrations molaires effectives des espèces ioniques en solution. En déduire la valeur
- 3- Calculer la valeur du taux d'avancement final τ , conclure.

EXERCICE 2

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 $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$ et $n_2=5,00\text{ mmol}$ d'éthanoate de sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$. Dans l'état d'équilibre, à 25°C , sa conductivité vaut $\sigma=0,973\text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$.

- 1- Écrire l'équation de la réaction et établir son tableau d'avancement.
- 2- Exprimer la conductivité σ en fonction de l'avancement $x_{\text{éq}}$ dans l'état d'équilibre. En déduire la valeur $x_{\text{éq}}$
- 3- Déterminer, à l'état d'équilibre, les concentrations molaires effectives des espèces chimiques participant à la réaction.
- 4- Calculer la valeur du taux d'avancement final τ , conclure

Données : conductivités molaires ioniques à 25°C :

$$\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \lambda_1 = 4,09 \cdot 10^{-3}\text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{HCOO}^-) = \lambda_2 = 5,46 \cdot 10^{-3}\text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{Na}^+) = \lambda_3 = 5,01 \cdot 10^{-3}\text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

EXERCICE 3

On détermine la conductivité de solutions d'acide fluorhydrique de diverses concentrations C. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

c (mmol.L ⁻¹)	10	1,0	0,10
σ (mS.m ⁻¹)	90,0	21,85	3,567

- 1- Écrire l'équation de la réaction du fluorure d'hydrogène HF sur l'eau.
- 2- Déterminer les concentrations effectives des ions $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ et $\text{F}^-_{(\text{aq})}$ dans ces trois solutions.
- 3- Calculer le taux d'avancement de la réaction pour chacune des solutions.
- 4- Comment varie ce taux d'avancement avec la dilution de la solution ?

Données : conductivités molaires ioniques à 25°C :

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 3,50 \cdot 10^{-2}\text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{F}^-) = 5,54 \cdot 10^{-2}\text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

EXERCICE 4

1- L'acide éthanoïque (acétique) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ réagit de façon limitée avec l'eau, l'équation de la réaction s'écrit :
 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

1-1- Donner la définition d'un acide selon Bronsted.

1-2- Dans l'équation ci-dessus, identifier les deux couples acides/base mis en jeu.

1-3- Exprimer la constante d'équilibre K associée à l'équation de cet équilibre chimique.

2- Une solution d'acide éthanoïque, de concentration molaire initiale $C_1=2,7 \cdot 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de volume $V_1=100\text{ mL}$ a un pH de 3,7 à 25°C .

2-1- Déterminer la quantité de matière initiale de l'acide éthanoïque n_1 .

2-2- Dresser le tableau d'avancement, puis calculer l'avancement maximale

2-3- Déduire, de la mesure du pH, la concentration molaire finale des ions oxonium. Calculer l'avancement final x_f .

2-4- Donner l'expression du taux d'avancement final τ_1 , montrer qu'il a pour valeur $\tau_1=7,4 \cdot 10^{-2}$. La transformation est-elle totale ?

2-5-1- Calculer la concentration molaire finale en ions éthanoate CH_3COO^-

2-5-2- Calculer la valeur de la concentration molaire finale effective de l'acide éthanoïque $[\text{CH}_3\text{COOH}]_f$.



1. Solution de départ

Une solution commerciale, notée S_0 , d'un acide AH porte les indication suivante $C_0 = 17,5 \text{ mol.L}^{-1}$:

Pour la suite, et tant qu'il n'aura pas été identifié, l'acide contenu dans la bouteille sera noté AH et sa base conjuguée A^- .

1.1. Donner la définition d'une espèce acide au sens de Brönsted.

1.2. Quelles précautions doit-on prendre pour manipuler ce produit ?

2. Accès à la valeur du taux d'avancement final par une mesure pH-métrique

Dans une fiole jaugée de volume $V = 500,0 \text{ mL}$, partiellement remplie d'eau distillée, le professeur verse avec précautions $1,00 \text{ mL}$ de la solution S_0 d'acide AH, puis il complète jusqu'au trait de jauge. La solution obtenue est notée S_1 .

2.1- Déterminer la valeur de C_1 , concentration molaire en soluté apporté de la solution S_1 .

2.2- Ecrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide AH et l'eau.

2.3- On note x l'avancement de la réaction. Construire le tableau d'avancement en fonction de C_1 , V , x , x_f .

2.4. Déterminer la valeur de l'avancement maximal de la réaction noté x_{max} en considérant la transformation comme totale.

3- Après avoir étalonné un pH-mètre, la mesure de pH de la solution S_1 : donne $\text{pH} = 3,1$.

3-1- Quelle est la valeur de la concentration finale en ions oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+]_{1,f}$? En déduire la valeur de

l'avancement final de la réaction noté x_{1f} .

3-2- La transformation associée à la réaction de l'acide AH sur l'eau est-elle totale ou limitée ? Justifier.

3-3- Donner la définition du taux d'avancement final d'une transformation chimique.

3-4- Calculer la valeur du taux d'avancement final τ_1 , de la transformation associée à la réaction de l'acide AH sur l'eau.

3-5- On dispose ci-dessous quelques valeurs du taux d'avancement final de la réaction d'un acide sur l'eau pour des solutions de même concentration C_1 . Identifier l'acide contenu dans la solution S_0 .

Acide contenu dans la solution	Valeur du taux d'avancement final
Acide méthanoïque HCOOH	0,072
Acide éthanoïque CH_3COOH	0,023
Acide propanoïque $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	0,018

4- Accès à la valeur du taux d'avancement final par une mesure conductimétrique

Dans la seconde partie on considère une solution aqueuse S_2 de l'acide précédent à la concentration $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

La mesure de conductivité sur un volume V_2 de cette solution donne la valeur $\sigma_2 = 1,07 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.

La réaction support de cette étude est toujours la réaction de l'acide AH sur l'eau écrite à la question 2.2.

On rappelle que la conductivité σ d'une solution s'exprime selon la loi : $\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$ où $[X_i]$ représente la concentration molaire d'une espèce ionique exprimée en mol.m^{-3} et λ_i la conductivité molaire ionique de cette espèce exprimée en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

Donnée : conductivités molaires ioniques: $\lambda_{A^-} = 4,1 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

4-1- Donner l'expression de σ_2 en fonction de la concentration finale en ions oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+]_{2,f}$ dans la solution S_2 et des conductivités molaires ioniques λ_{A^-} et $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$.

4-2- Calculer la valeur de la concentration finale exprimée en mol.L^{-1} en ions oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+]_{2,f}$ dans la solution S_2 . On admet que le taux d'avancement final τ_2 de la transformation étudiée est donné par l'expression suivante : $\tau_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{2,f}}{C_2}$.

4-3- Calculer la valeur du taux d'avancement final τ_2 pour la transformation chimique entre l'acide AH et l'eau à la concentration c_2 .

4-4- La valeur de τ_2 est-elle égale ou différente de celle de τ_1 , calculée à la question 3-4- ? Ce résultat était-il prévisible ? Expliquer.