

EXERCICE 2 (6,5 points)

(physique-chimie)

Les additifs alimentaires E280 et E281

Les additifs alimentaires E280 et E281 sont utilisés pour limiter l'apparition des moisissures, par exemple dans certains fromages ou pains industriels. L'additif E280 est l'acide propanoïque de formule $C_2H_5 - COOH$, il est liquide à température ambiante. L'additif E281 est le propanoate de sodium de formule $C_2H_5 - COONa$, qui lui se présente sous forme d'une poudre blanche à température ambiante.

Données : On admettra que toutes les mesures sont effectuées à 25 °C.

- Couple $C_2H_5 - COOH / C_2H_5 - COO^-$ à 25 °C : $Ka = 1,35 \times 10^{-5}$ et $pKa = 4,87$
- Masse molaire du propanoate de sodium $C_2H_5 - COONa$: $M = 96,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Une solution S d'acide propanoïque, de concentration en quantité de matière de soluté $C = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, a un pH mesuré de 3,44. L'acide propanoïque est un acide faible.

1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau.
2. Expliquer ce que signifie la phrase : « *L'acide propanoïque est un acide faible.* »
3. Déterminer, entre $C_2H_5 - COOH(aq)$ et $C_2H_5 - COO^-(aq)$, l'espèce chimique prédominante dans la solution S. On pourra utiliser un diagramme de prédominance pour justifier la réponse.
4. Montrer que, dans la solution S, la concentration en quantité de matière en ion oxonium $[H_3O^+(aq)]$ a pour valeur $3,63 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
5. À l'aide de l'équation de la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau, écrire la relation entre la concentration en ions oxonium $[H_3O^+(aq)]$ et la concentration en ions propanoate $[C_2H_5COO^-(aq)]$ dans la solution S.

Le coefficient de dissociation α de l'acide propanoïque dans l'eau s'écrit :

$$\alpha = \frac{[C_2H_5COO^-(aq)]}{C}$$

6. Montrer, en expliquant la démarche, que la valeur de ce coefficient est $\alpha = 0,0363$.
7. Expliquer en quoi le résultat précédent confirme que l'acide propanoïque est un acide faible.

On dilue 10 fois la solution S. On obtient la solution S_1 dont le pH est égal à 3,94.

8. Expliquer comment évolue la valeur du coefficient de dissociation α lorsque l'on dilue la solution S. Justifier la réponse avec ou sans calcul.

On prélève 200 mL de la solution S. On pèse une masse égale à 0,192 g de propanoate de sodium $C_2H_5 - COO^-, Na^+$ que l'on introduit dans la solution S et on agite. On néglige l'augmentation de volume lors de l'ajout du propanoate de sodium. Le mélange ainsi réalisé sera nommé S_2 . Le pH du mélange S_2 est égal à 4,87. On réalise trois expériences en réalisant différents ajouts de solutions dans le mélange S_2 . Les résultats sont présentés dans le **tableau 1**.

Expérience réalisée	pH mesuré
Expérience 1 : ajout de 10 mL de solution d'acide chlorhydrique de concentration $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dans un volume v de S_2	4,82
Expérience 2 : ajout de 50 mL d'eau distillée dans un volume v de S_2	4,88
Expérience 3 : ajout de 10 mL de solution d'hydroxyde de sodium (base) de concentration $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dans un volume v de S_2	4,91

Tableau 1 : résultats de trois expériences

9. Justifier que la solution est une solution tampon, en utilisant les résultats des trois expériences.

10. En utilisant la relation suivante, $\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[C_2H_5-COO^-(aq)]}{[C_2H_5-COOH](aq)}$ et les informations précédentes, déterminer une relation entre la valeur de la concentration de l'acide propanoïque et celle de la concentration de sa base conjuguée dans la solution S_2 .