

PARTIE A : Étude d'une solution aqueuse d'acide butyrique

A.1. Donner l'expression du taux d'avancement final τ de la réaction étudiée en fonction de l'avancement final x_f et de l'avancement maximal x_{\max} .

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

A.2. Exprimer l'avancement maximal x_{\max} en fonction de C et V .

Si l'acide butyrique est totalement consommé alors $n_{\text{AH}} \text{ initiale} - x_{\max} = 0$, donc $x_{\max} = n_{\text{AH}} \text{ initiale}$
 $x_{\max} = C \cdot V$.

A.3. Exprimer la valeur de l'avancement final x_f en fonction du pH et de V .

$$[H_3O^+]_f = \frac{n_{H_3O^+}}{V} = \frac{x_f}{V}$$

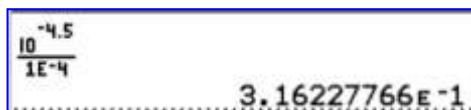
$$x_f = [H_3O^+]_f \cdot V$$

$$x_f = 10^{-pH} \cdot V$$

A.4. Calculer le taux d'avancement final τ et justifier que l'acide butyrique est un acide faible.

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-pH} \cdot V}{C \cdot V} = \frac{10^{-pH}}{C}$$

$$\tau = \frac{10^{-4,5}}{1,0 \times 10^{-4}} = 0,32 = 32 \%$$



$\tau < 100 \%$ donc l'acide butyrique est bien un acide faible.

On montre que les concentrations en quantité de matière à l'équilibre peuvent s'exprimer de la manière suivante : $[AH(aq)]_{eq} = C \times (1 - \tau)$ pour l'acide butyrique,

$[A^-(aq)]_{eq} = C \times \tau$ pour sa base conjuguée.

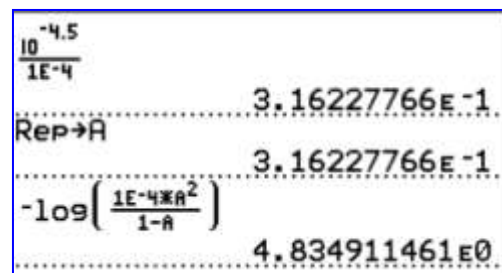
A.5.1. Exprimer la constante d'acidité K_A de la réaction en fonction de τ et C .

$$K_A = \frac{[A^-(aq)]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[AH(aq)]_{eq}} = \frac{[A^-(aq)]_{eq}^2}{[AH(aq)]_{eq}} = \frac{(C \cdot \tau)^2}{C \cdot (1 - \tau)} = \frac{C \cdot \tau^2}{(1 - \tau)}$$

A.5.2. En déduire la valeur du pK_A de l'acide butyrique.

$$pK_A = -\log K_A = -\log \left(\frac{C \cdot \tau^2}{(1 - \tau)} \right)$$

$$pK_A = -\log \left(\frac{1,0 \times 10^{-4} \times (3,16 \times 10^{-1})^2}{(1 - 3,16 \times 10^{-1})} \right) = 4,8$$

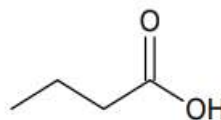
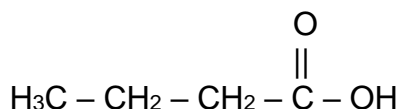


PARTIE B : Synthèse d'un ester à l'odeur de pomme à partir de l'acide butyrique

B.1. Donner la formule semi-développée de l'acide butyrique.

L'équation nous donne la formule topologique de l'acide :

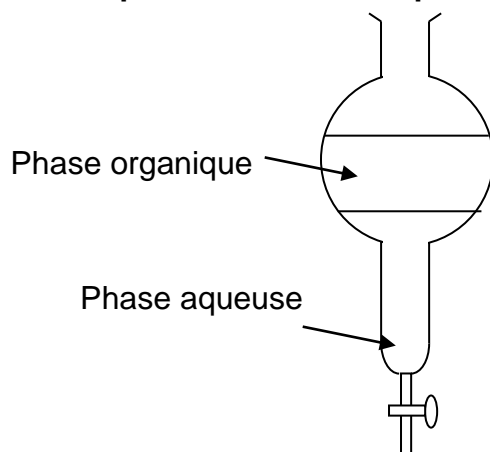
On en déduit sa formule semi-développée.



B.2. Préciser la phase dans laquelle se trouve le butanoate de méthyle.

Le butanoate de méthyle étant très peu soluble dans l'eau salée, se trouve dans la phase organique.

B.3. Schématiser l'ampoule à décanter après décantation. Justifier la position des deux phases.



La phase aqueuse a une densité proche de 1 tandis que celle de la phase organique est inférieure, en effet elle est proche de celle de l'ester égale à 0,892.

B.4. Attribuer un groupe d'atomes à chacun des pics entre les valeurs de nombre d'onde comprises entre 1600 cm⁻¹ et 4000 cm⁻¹. Indiquer si ce spectre IR est compatible avec le produit de réaction attendu.

Pic à 3000 cm⁻¹ correspond à la liaison C_{tri}-H d'un ester ou à la liaison O-H d'un acide carboxylique.

Pic à environ 1750 cm⁻¹ correspond à la liaison C=O d'un ester ou à celle d'un acide carboxylique.

Ce spectre est compatible avec l'ester formé, mais il ne permet pas d'affirmer avec certitude que c'est bien lui et non pas de l'acide butyrique. Il faudrait des informations sur la largeur des pics dans la table de données de spectroscopie IR.