

EXERCICE 1 : L'ACIDE ÉTHANOÏQUE (6,5 points)

Connu depuis l'Antiquité, le vinaigre (de "vin" et "aigre") résulte de la fermentation du vin ou d'un autre liquide alcoolisé : c'est une solution aqueuse acide car riche en acide éthanoïque.

L'acide éthanoïque est également un réactif de nombreuses synthèses organiques.

Données :

Acide éthanoïque (ou acétique) :

- formule chimique : $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}$;
- masse molaire moléculaire : $60,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- pK_A du couple (acide éthanoïque/ion éthanoate) : 4,8.

Le titre (ou l'acidité) d'un vinaigre est donné en degré (°) :

$1,00^\circ$ correspond à 1,00 g d'acide acétique pur pour 100 g de vinaigre.

La masse volumique du vinaigre ρ vaut 1010 g.L^{-1} .

Le produit ionique de l'eau a pour valeur $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$ à 25°C .

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes.

1. La solution d'acide éthanoïque

On prépare un volume $V = 1,00 \text{ L}$ d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire en soluté apporté $C = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$. Son pH est égal à 2,9.

1.1. Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.

1.2. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanoïque/ion éthanoate. Quelle espèce prédomine dans la solution ?

1.3. Quotient de réaction à l'équilibre

1.3.1. Compléter le tableau d'évolution du document 1 donné sur l'**annexe 1 à rendre avec la copie**.

1.3.2. Donner l'expression du quotient de réaction à l'équilibre $Q_{r,\text{éq}}$ associé à l'équation précédente.

Montrer que l'on a aussi $Q_{r,\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}^2}{V(CV - x_{\text{éq}})}$ où $x_{\text{éq}}$ est l'avancement à l'équilibre.

1.3.3. Comment s'exprime $x_{\text{éq}}$ en fonction du pH ?

1.3.4. Calculer $Q_{r,\text{éq}}$.

À quelle grandeur caractéristique du couple acide éthanoïque/ion éthanoate s'identifie-t-il ? Vérifier que la valeur obtenue est en accord avec une donnée de l'exercice.

1.4. Définir et calculer le taux d'avancement final τ .

La transformation est-elle totale ?

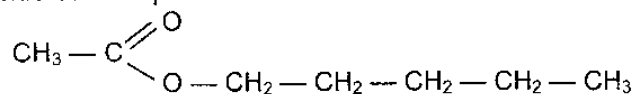
2. Étude d'un vinaigre

Un vinaigre d'alcool titrant 7,5° et un vinaigre de vin titrant 6,0° ont été versés dans deux flacons non étiquetés. On cherche à les identifier par des mesures pH-métriques.

- 2.1. Préciser, par un raisonnement sans application numérique, quel est le vinaigre de plus faible pH.
- 2.2. On choisit de réaliser un dosage pH-métrique de l'un des deux vinaigres par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$).
 - 2.2.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage.
 - 2.2.2. Calculer la constante d'équilibre K associée à l'équation de cette réaction.
 - 2.2.3. On peut conclure à partir de la valeur de la constante d'équilibre K précédente que la réaction est totale. Quelle autre caractéristique, cette réaction doit-elle posséder pour servir de support à un dosage ?
- 2.3. On dilue l'un des deux vinaigres de concentration initiale C_0 d'un facteur 10. La concentration de la solution diluée est notée C_A . Décrire la préparation de 50,0 mL de vinaigre dilué en précisant la verrerie utilisée.
- 2.4. On dose un volume V_A égal à 10,0 mL de vinaigre dilué auquel on a ajouté environ 20 mL d'eau distillée. La concentration C_B de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est de $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La courbe expérimentale est donnée sur le document 2 de l'**annexe I à rendre avec la copie**.
 - 2.4.1. Pourquoi rajoute-t-on de l'eau distillée ? Cet ajout modifie-t-il le volume V_E versé à l'équivalence ?
 - 2.4.2. Déterminer le volume V_E et le pH à l'équivalence en utilisant le graphique.
 - 2.4.3. En déduire les concentrations molaires C_A du vinaigre dilué et C_0 du vinaigre étudié.
 - 2.4.4. En déduire le titre t_A de ce vinaigre. Conclure sur la nature du vinaigre.

3. Synthèse d'un ester

On souhaite synthétiser un ester à l'odeur de poire, l'éthanoate de pentyle, à l'aide de l'acide éthanoïque et d'un alcool. La formule de l'ester est donnée ci-dessous :



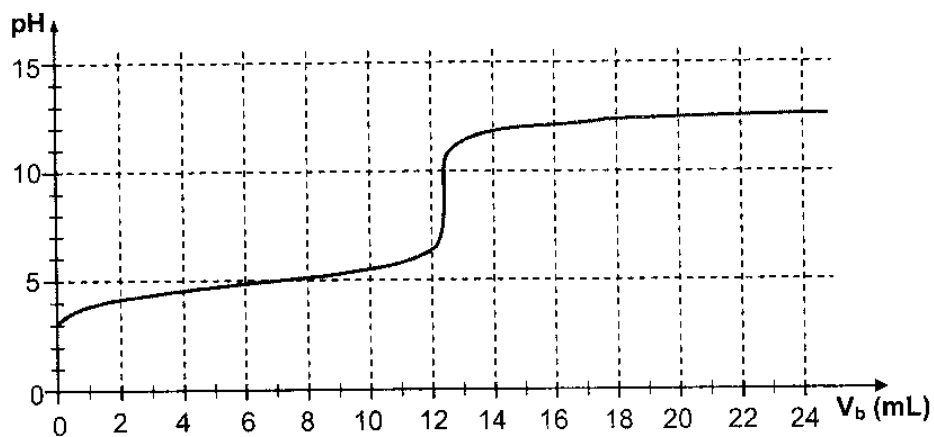
- 3.1. Écrire l'équation de la réaction et préciser les noms des réactifs.
- 3.2. Quelles sont les caractéristiques de cette transformation ?
- 3.3. On utilise pour la synthèse le montage schématisé sur le document 3 de l'**annexe I à rendre avec la copie**.
Comment s'appelle ce montage ? Compléter la légende.

ANNEXE I À RENDRE AVEC LA COPIE : L'ACIDE ÉTHANOÏQUE

Document 1

Équation chimique					
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$				
État intermédiaire	x				
État final	$x_{\text{éq}}$				

Document 2



Document 3

