Exercice 2 **Pondichéry 2010**

Titrage acidobasique - estérification **(4 points)**

On dispose d'une solution commerciale S_0 d'acide méthanoïque HCO_2H dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Pourcentage massique en acide méthanoïque : P = 82%
  On rappelle la définition du pourcentage massique :

$$P = \frac{\text{masse d'acide méthanoïque pur contenu dans un volume V de solution}}{\text{masse du volume V de solution}} \times 100$$

- Densité : d = 1,18
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1{,}00 \times 10^3$ g.L^{-1}.
- Masse molaire : M = 46,0 g.mol^{-1}.

Partie I

1.1 Vérifier que la concentration de la solution commerciale S_0 en acide méthanoïque est C_0 = 21 mol.L^{-1}.

1.2 On souhaite préparer une solution diluée S d'acide méthanoïque de concentration C = 0,21 mol.L^{-1} à partir de la solution commerciale S_0.
On dispose du matériel suivant :
fioles jaugées : 100 mL ; 200 mL ; 500 mL ; 1,00 L ;
pipettes jaugées : 10,0 mL ; 20,0 mL ; 50,0 mL.
Après justification pour la verrerie utilisée, indiquer le mode opératoire nécessaire à la préparation de la solution diluée S à partir de S_0.

1.3 On souhaite préparer un composé odorant présent dans les arômes de pomme ou d'orange. Pour cela, on fait réagir de l'acide méthanoïque avec de l'éthanol en présence d'acide sulfurique concentré (catalyseur).

1.3.1 Compléter l'équation citée dans l'annexe 1 et nommer les produits formés.

1.3.2 Représenter la formule développée de l'ester obtenu.

Partie II

Mode opératoire

On introduit dans un ballon n_i(A) = 0,200 mol d'acide méthanoïque, n_i(B) = 0,500 mol d'éthanol et 5 gouttes d'acide sulfurique concentré en présence de quelques grains de pierre ponce.

On chauffe, à reflux, le mélange pendant une heure.

Après refroidissement, on titre les acides (méthanoïque et sulfurique) présents par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B = 1,6 mol.L^{-1} ; l'équivalence est obtenue pour un volume versé V_{B1} = 18,7 mL.

Un titrage préalable montre que 5 gouttes d'acide sulfurique concentré sont neutralisées par un volume V_{B2} = 3,7 mL de solution d'hydroxyde de sodium.

2.1 Écrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'ion hydroxyde.

2.2 Quel volume de base noté V_{B3} est nécessaire pour titrer l'acide méthanoïque restant ?

2.3 En exploitant l'équivalence du titrage, montrer que la quantité n(A) d'acide méthanoïque présent dans le ballon (en fin d'estérification) est égal à $2{,}4 \times 10^{-2}$ mol.

2.4 En exploitant, si besoin, le tableau d'avancement de l'annexe 1, déterminer la valeur de l'avancement final, x_f, de la réaction d'estérification.

2.5 Exprimer le taux d'avancement final, τ, de la réaction d'estérification puis le calculer.

2.6 À partir d'un mélange équimolaire d'acide carboxylique et d'alcool primaire, le taux d'avancement de l'estérification serait d'environ 0,67. Celui obtenu dans les conditions de l'expérience est supérieur à 0,67. Justifier cette différence.

2.7 Exprimer la constante d'équilibre, K, associée à cette réaction d'estérification en fonction de x_f, n(A) et n_i(B) puis la calculer.

ANNEXE 1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Exercice 2 – Titrage acidobasique – estérification

Partie I - Question 1.3.1

Équation : HCO_2H + CH_3-CH_2OH = …… + ……

Partie II - Question 2.4

Équation		HCO_2H + CH_3-CH_2OH = …… + ……			
État	Avancement	Quantités de matière (en mol)			
initial	x = 0	$n_i(A)$	$n_i(B)$	0	0
en cours	x				
final	$x = x_f$				