2005 Pondichéry EXERCICE I. PROPRIETES DE L'ACIDE PROPANOÏQUE (6,5 points)

On se propose d'étudier deux propriétés chimiques différentes de l'acide propanoïque dans deux parties indépendantes : la réaction de dissolution dans l'eau et la réaction avec l'alcool butan-1-ol.

Données :

Le tableau ci-dessous rassemble quelques propriétés physico-chimiques des réactifs et des produits.

	Formule brute	Masse volumique	Masse molaire	Température d'ébullition
Acide propanoïque	$C_3H_6O_2$	$1{,}00.10^3$ kg.m^{-3}	74,0 g.mol^{-1}	141,0 °C
Butan-1-ol	$C_4H_{10}O$	$8{,}10.10^2$ kg.m^{-3}	74,0 g.mol^{-1}	117,5 °C
Ester				146,0 °C
Eau				100,0 °C

Dans ce qui suit, l'acide propanoïque est noté AH et l'ion propanoate A^-.
Le conductimètre utilisé permet de mesurer la conductivité σ de la solution étudiée, proportionnelle à sa conductance G.
On considère une solution aqueuse d'acide propanoïque.
On néglige la concentration en ions hydroxyde HO^- par rapport à celles des autres espèces ainsi que leur contribution à la conductivité de la solution.
Dans ces conditions, la conductivité σ de la solution est de la forme :

$$\sigma = \lambda_1.[H_3O^+] + \lambda_2.[A^-]$$

- λ_1 conductivité molaire ionique de l'ion H_3O^+ : $\lambda_1 = 35{,}0.10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}
- λ_2 conductivité molaire ionique de l'ion propanoate : $\lambda_2 = 3{,}58.10^{-3}$ S. m^2.mol^{-1}

Ces valeurs sont données à 25 °C et les concentrations $[H_3O^+]$ et $[A^-]$ sont exprimées en mol.m^{-3}.

1. Etude de la réaction entre l'acide propanoïque et l'eau

On verse 0,10 mole d'acide propanoïque pur dans de l'eau pour obtenir 500 mL d'une solution notée S_0. Pour des mesures de conductimétrie, il est nécessaire de disposer de solutions moins concentrées. On souhaite donc obtenir V = 1,00 L de solution S de concentration $2{,}0.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

1.1 - On donne la liste du matériel disponible : béchers et erlenmeyers de diverses capacités, pipettes jaugées de 10 mL et 20 mL avec son système de pipetage, fioles jaugées de 50,0 mL, 100 mL et 1000 mL. Indiquer le protocole expérimental à suivre pour réaliser la solution S à partir de S_0.

1.2 - Ecrire la formule développée de l'acide propanoïque. On utilisera ensuite les abréviations précisées dans les données.

1.3 - Ecrire l'équation de la réaction chimique entre l'acide propanoïque et l'eau.

1.4 - Dresser un tableau d'avancement de la transformation de $2{,}0.10^{-3}$ mol d'acide propanoïque dans un volume d'eau tel qu'on obtient V = 1,00 L de solution S. On notera $x_{éq}$ l'avancement à l'équilibre.

1.5 - Etablir la relation entre la conductivité σ de la solution, les conductivités molaires ioniques λ_1 et λ_2, le volume V et l'avancement $x_{éq}$ à l'équilibre.

1.6 - La mesure au conductimètre donne $\sigma = 6{,}20 \cdot 10^{-3}$ S.m^{-1}. Déterminer la valeur numérique de $x_{éq}$. En déduire les valeurs numériques des concentrations $[A^-]_{éq}$ et $[H_3O^+]_{éq}$ à l'équilibre.

1.7 - Quelle est la concentration de l'acide propanoïque $[AH]_{éq}$ à l'équilibre ?

1.8 - Rappeler l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide propanoïque / ion propanoate et la calculer. En déduire le pK_a de ce couple.

2. Réaction de l'acide avec un alcool

On prélève 0,20 mole d'acide propanoïque pur et 0,20 mole de butan-1-ol pur qu'on verse dans un ballon.

2.1 - Comment s'appelle la réaction qui a lieu entre ces deux réactifs ? Ecrire l'équation de cette réaction chimique. On pourra utiliser les formules brutes (voir le tableau « *Données* » au début du sujet).

2.2. Donner le nom des produits formés et leur formule semi-développée.

2.3. Dresser un tableau d'avancement de la transformation. En déduire l'expression du quotient de réaction Q_r en fonction de l'avancement x à la date t.

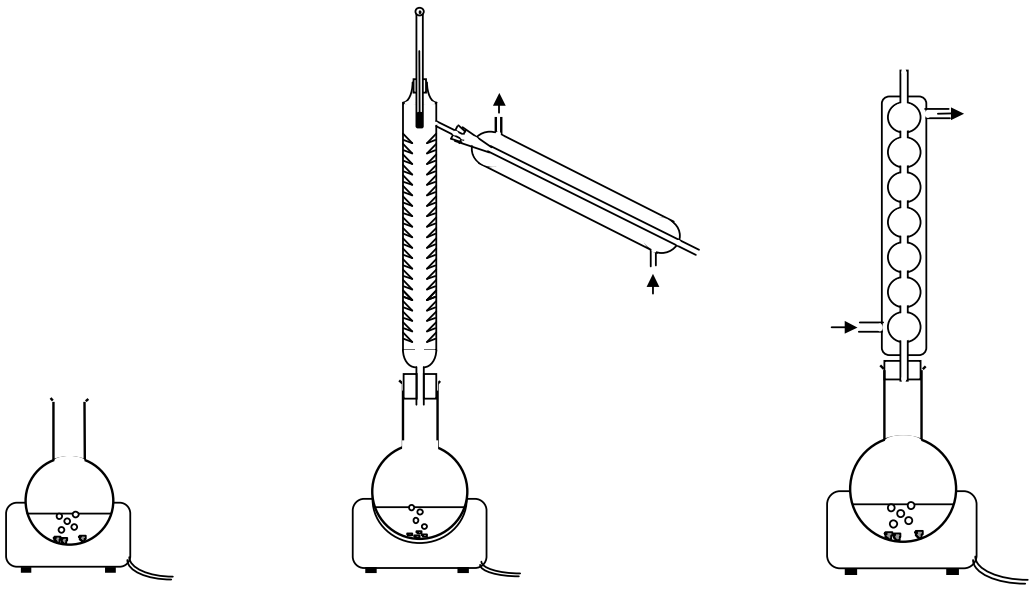
2.4. Calculer l'avancement à l'équilibre $x_{éq}$ sachant que la constante d'équilibre K = 4,0.

2.5. En déduire le taux d'avancement τ final de la réaction.

2.6. On demande à un groupe d'élève de formuler des propositions pour augmenter le taux d'avancement. On relève les propositions suivantes :

1 : On chauffe le milieu réactionnel pendant 5 minutes.
2 : On ajoute un catalyseur : l'acide sulfurique concentré par exemple.
3 : On réalise une distillation pour éliminer l'eau.
4 : On chauffe à reflux.

Parmi ces quatre propositions, choisir en justifiant celle qui vous semble correcte. Quel montage réaliserez vous parmi ceux qui sont proposés ci-dessous ?



Montage n°1 Montage n°2 Montage n°3