

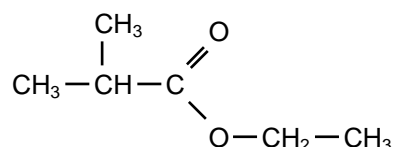
**EXERCICE I. LE PARFUM DE LA FRAISE (6,5 points)**

*Le parfum de la fraise* est le titre d'un ouvrage de Peter Atkins, professeur à l'Université d'Oxford. D'après la revue *New Scientist*, il s'agit « du plus beau livre de chimie jamais écrit ». Le parfum de la fraise est aussi un arôme dont l'un des principaux constituants est le méthylpropanoate d'éthyle. C'est à cette espèce chimique que cet exercice est consacré.

Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes.

**1. Généralités**

Le méthylpropanoate d'éthyle est un ester de formule semi-développée :



- 1.1. Recopier la formule semi-développée sur la copie et entourer le groupe ester.
- 1.2. Cet ester est obtenu par réaction entre l'acide méthylpropanoïque et un alcool. Donner le nom et la formule semi-développée de l'alcool utilisé.
- 1.3. Citer deux caractéristiques de la réaction d'estérification.

**2. Étude cinétique de la transformation**

Dans toute la suite de l'exercice, l'acide sera noté AH, l'alcool C et l'ester E. On notera  $n_A$ ,  $n_C$ , et  $n_E$  les quantités de matière correspondantes à un instant quelconque.

On verse dans un ballon bicol une quantité  $n_{A0} = 1,0$  mol d'acide AH et une quantité  $n_{C0} = 1,0$  mol d'alcool C. On ajoute quelques grains de pierre ponce puis on chauffe à reflux ce mélange réactionnel pendant plusieurs jours. On dose à intervalles de temps réguliers  $\Delta t = 12$  h l'acide contenu dans un petit volume prélevé dans le mélange réactionnel.

Les résultats des différents titrages permettent de calculer l'avancement  $x$  défini dans le tableau du **document 1** à différents instants et de tracer la courbe  $x = f(t)$  du **document 2 de l'annexe** à rendre avec la copie.

**2.1. À propos du montage (Document 3 de la feuille annexe)**

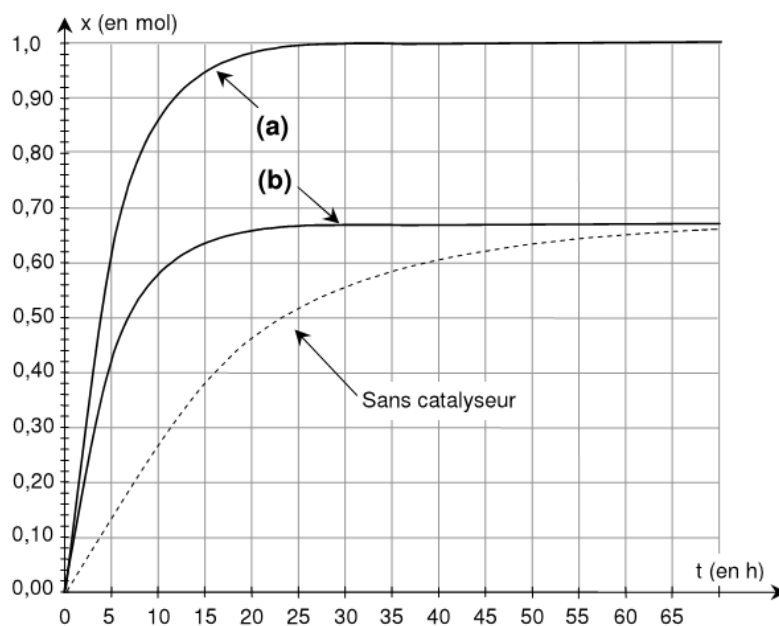
- 2.1.1. Quel est le volume d'alcool versé dans le ballon ?  
Données : Masse molaire de l'alcool  $M_C = 46 \text{ g.mol}^{-1}$   
Masse volumique de l'alcool :  $\rho_C = 0,80 \text{ g.mL}^{-1}$
- 2.1.2. Indiquer le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant.
- 2.1.3. Compléter le schéma du **document 3 de la feuille annexe** en ajoutant les éléments nécessaires à l'utilisation du chauffage à reflux en toute sécurité.
- 2.1.4. Quel est l'intérêt du ballon bicol ?

**2.2. Exploitation des résultats**

- 2.2.1. En utilisant le **document 2 de la feuille annexe**, déterminer l'avancement final de la transformation.
- 2.2.2. Calculer le taux d'avancement final sachant que l'avancement maximal est  $x_M = 1,0$  mol.
- 2.2.3. Déterminer le temps de demi-réaction. Les constructions nécessaires doivent figurer sur la courbe du **document 2**.
- 2.2.4. En traçant les tangentes à la courbe en deux instants différents, indiquer sans faire de calcul, comment évolue la vitesse volumique de la réaction.
- 2.2.5. Quel est le facteur cinétique responsable de cette évolution ?

## 2.3. Utilisation d'un catalyseur

- 2.3.1. Définir un catalyseur.
- 2.3.2. Citer un catalyseur des réactions d'estérification.
- 2.3.3. On ajoute un catalyseur dans le ballon. Parmi les deux courbes (a) et (b) proposées sur le **document 4 de la page suivante**, laquelle est réellement obtenue ? Justifier la réponse.
- 2.3.4. Comment peut-on obtenir l'autre courbe ?



Document 4

## 3. Titrages de l'acide restant

Toutes les douze heures, on prélève un volume  $V = 5,0 \text{ mL}$  du mélange réactionnel qu'on trempe rapidement. On dose ensuite l'échantillon par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ) de concentration  $c_B = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ . Soit  $V_{\text{BE}}$  le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

- 3.1. Écrire l'équation de la réaction de titrage de l'acide AH par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.
- 3.2. Rappeler la définition de l'équivalence d'un titrage.
- 3.3. En déduire la relation entre la quantité  $n_{\text{Aéch}}$  d'acide présent dans l'échantillon et le volume  $V_{\text{BE}}$  d'hydroxyde de sodium versé. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.
- 3.4. À l'instant  $t = 36 \text{ h}$ , l'équivalence du titrage est obtenue pour un volume  $V_{\text{BE}} = 14,0 \text{ mL}$ . Calculer la quantité d'acide  $n_{\text{Aéch}}$  présent dans l'échantillon prélevé à cet instant.
- 3.5. Le volume initial du mélange réactionnel est  $V_I = 148 \text{ mL}$ . En déduire la quantité  $n_A$  d'acide restant à cet instant.

## 4. Vérification d'un point de la courbe

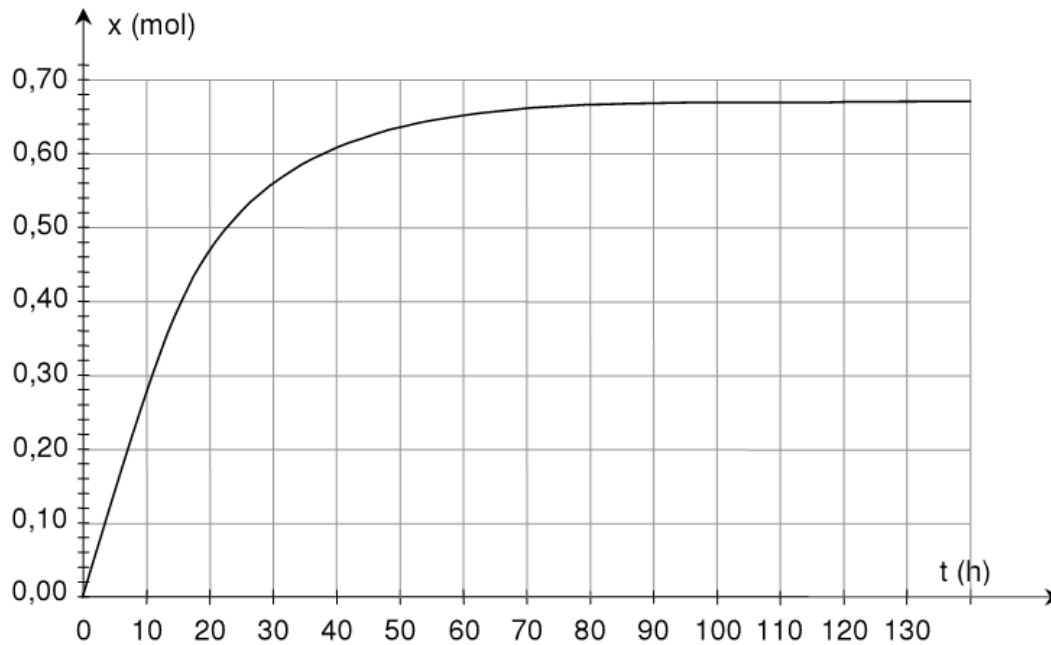
On désire pour terminer, vérifier un point de la courbe  $x = f(t)$  du **document 2 de la feuille annexe**.

- 4.1. Compléter le tableau d'avancement de la transformation donné en annexe (**document 1**).
- 4.2. En déduire la relation à l'instant  $t$  entre les quantités  $n_A$ ,  $n_{\text{A}0}$  et l'avancement  $x$ .
- 4.3. Calculer l'avancement  $x$  à l'instant  $t = 36 \text{ h}$  et vérifier que le résultat est conforme à celui donné par la courbe du **document 2 en annexe**.

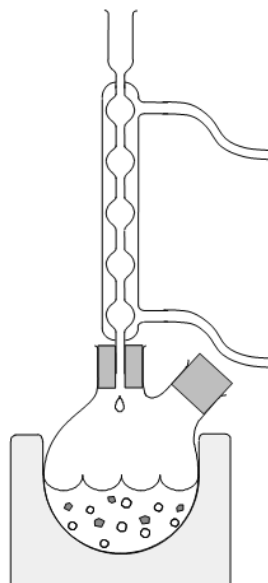
**FEUILLE ANNEXE DE L'EXERCICE I À RENDRE AVEC VOTRE COPIE**

Équation de la réaction		$AH(\ell) + C(\ell) = E(\ell) + H_2O(\ell)$			
État	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	$n_{A0} = 1,0$	$n_{C0} = 1,0$	$n_{E0} = 0$	0
État intermédiaire	$x$	$n_A =$	$n_C =$	$n_E =$	$n_{eau} =$
État final	$x = x_F$	$n_{AF} =$	$n_{CF} =$	$n_{EF} =$	$n_{eauF} =$

**Document 1**



**Document 2**



**Document 3**