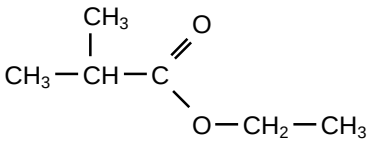
## EXERCICE I. LE PARFUM DE LA FRAISE (6,5 points)

*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)

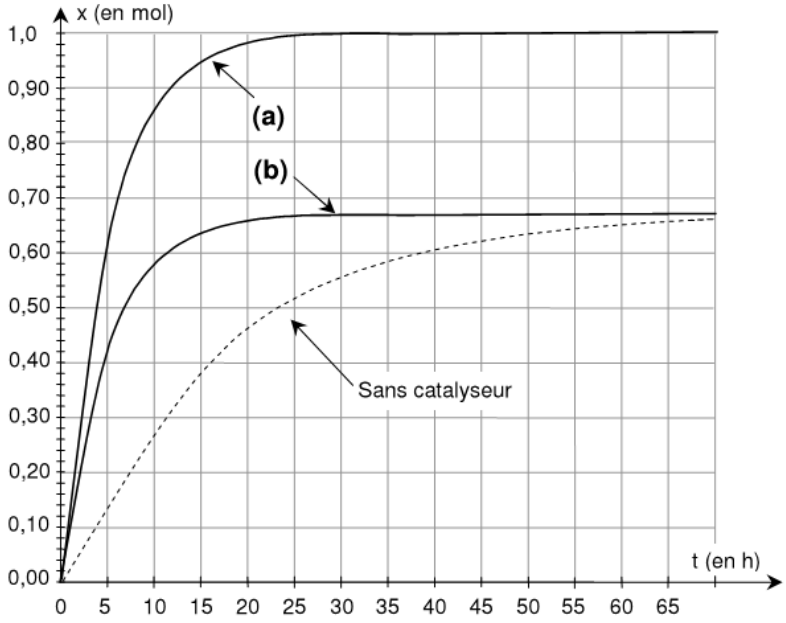
2.1.1. Quel est le volume d'alcool versé dans le ballon ?
Données : Masse molaire de l'alcool $M_C$ = 46 g.mol$^{-1}$
Masse volumique de l'alcool : $\rho_C$ = 0,80 g.mL$^{-1}$
2.1.2. Indiquer le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant.
2.1.3. Compléter le schéma du **document 3 de la feuille 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 mL du mélange réactionnel qu'on trempe rapidement. On dose ensuite l'échantillon par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration $c_B = 1{,}0\ mol.L^{-1}$. Soit $V_{BE}$ 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 $n_{Aéch}$ d'acide présent dans l'échantillon et le volume $V_{BE}$ d'hydroxyde de sodium versé. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.
3.4. À l'instant t = 36 h, l'équivalence du titrage est obtenue pour un volume $V_{BE}$ = 14,0 mL. Calculer la quantité d'acide $n_{Aéch}$ présent dans l'échantillon prélevé à cet instant.
3.5. Le volume initial du mélange réactionnel est $V_I$ = 148 mL. En déduire la quantité $n_A$ d'acide restant à cet instant.

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

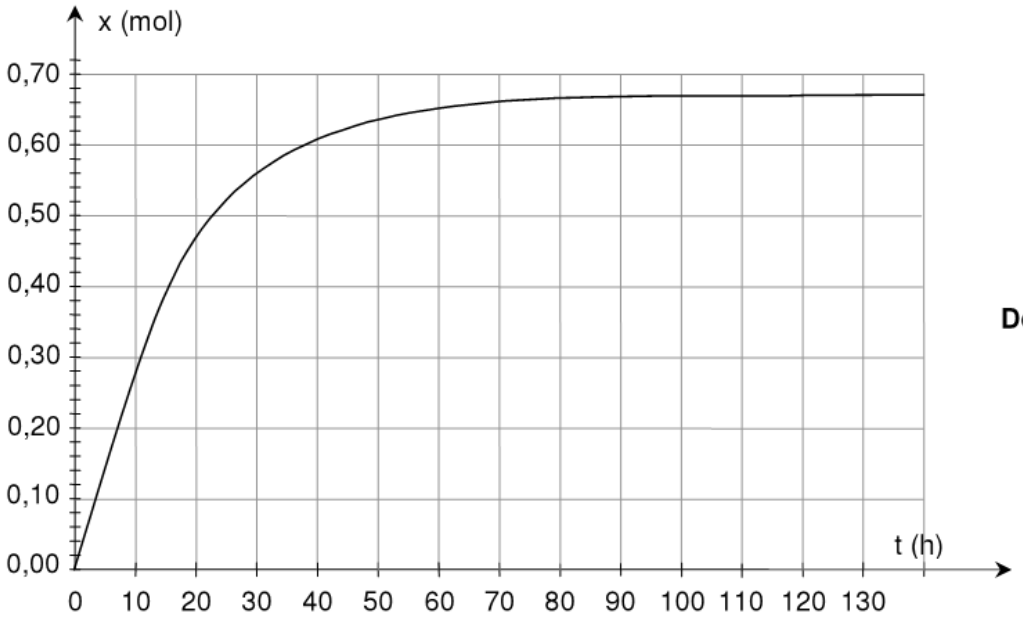
On désire pour terminer, vérifier un point de la courbe x = f(t) du **document 2 de la feuille annexe**.

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 $n_A$, $n_{A0}$ et l'avancement x.
4.3 Calculer l'avancement x à l'instant t = 36 h et vérifier que le résultat est conforme à celui donné par la courbe du **document 2 en annexe**.

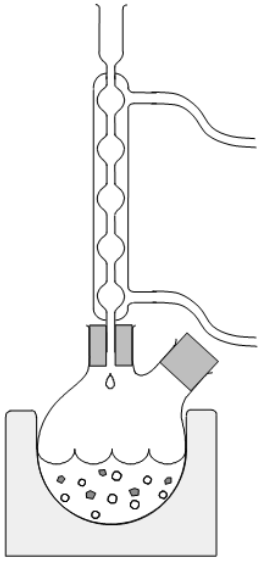
## FEUILLE ANNEXE DE L'EXERCICE I À RENDRE AVEC VOTRE COPIE

| Équation de la réaction | | AH(ℓ) + C(ℓ) = E (ℓ) + $H_2O$(ℓ) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 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**