

## Exercices : ESTERIFICATION – HYDROLYSE

### Exercice n° 1 : Etude de la réaction entre l'acide propanoïque et l'éthanol -PC2016 SN

On mélange dans un ballon, la quantité  $n_0 = 0,5 \text{ mol}$  de l'acide propanoïque avec la même quantité  $n_0 = 0,5 \text{ mol}$  d'éthanol pur, puis on chauffe à reflux le mélange réactionnel pendant une certaine durée.

On obtient à la fin de la réaction la quantité  $n_E = 0,33 \text{ mol}$  d'un composé organique E.

1. Citer deux caractéristiques de cette réaction.
2. Ecrire la formule semi développée du composé E et donner son nom.
3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
4. Calculer le rendement  $r$  de cette réaction.

### Exercice n° 2 : Etude de la réaction de l'éthanoate d'éthyle avec l'eau -PC2016 SR

On mélange dans un ballon **1 mol** d'éthanoate d'éthyle pur avec **1 mol** d'eau distillée, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et on chauffe à reflux le mélange réactionnel pendant un certain temps. Une réaction chimique se produit.

A l'équilibre, il reste **0,67 mol** d'éthanoate d'éthyle.

1. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ajouté ?
2. Citer deux caractéristiques de cette réaction.
3. Ecrire l'équation de la réaction chimique étudiée en utilisant les formules semi-développées.
4. Calculer la constante d'équilibre  $K$  associée à l'équation de cette réaction chimique.

### Exercice n° 3 : Réactions de l'acide butanoïque et de son anhydride sur l'éthanol -PC2017 SN

Pour comparer la réaction de l'acide butanoïque et la réaction de son anhydride sur l'éthanol, on réalise séparément deux expériences à la même température.

– La première expérience: On introduit dans un ballon la quantité  $n_0 = 0,3 \text{ mol}$  d'éthanol, la même quantité  $n_0$  d'acide butanoïque et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré ; puis on chauffe à reflux le mélange. Une réaction d'estérification se produit.

– La deuxième expérience: On introduit dans un autre ballon la quantité  $n_0 = 0,3 \text{ mol}$  d'anhydride butanoïque et la même quantité  $n_0$  d'éthanol, puis on chauffe à reflux le mélange. Une réaction chimique se produit.

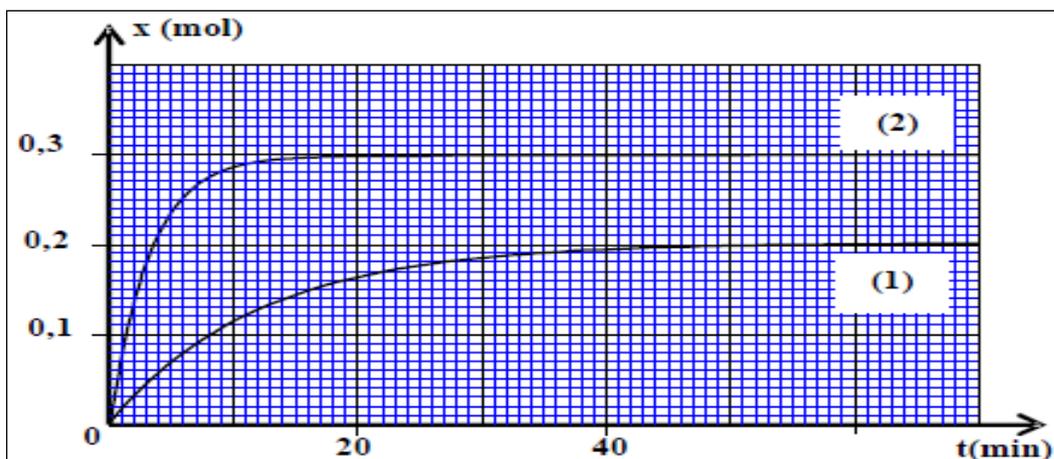
Les courbes (1) et (2) de la figure ci-dessous représentent respectivement, l'évolution temporelle de l'avancement de la réaction lors de la première et de la deuxième expérience.

2.1- Quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ? (0,5 pt)

2.2- Déterminer pour chaque expérience, la valeur du temps de demi-réaction  $1/2 t$ . En déduire la réaction la plus rapide. (0,75 pt)

2.3- Déterminer pour chaque expérience, le taux d'avancement final de la réaction. En déduire laquelle des deux réactions chimiques est totale. (0,75 pt)

2.4- En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction chimique qui se produit lors de la deuxième expérience. (0,75 pt)



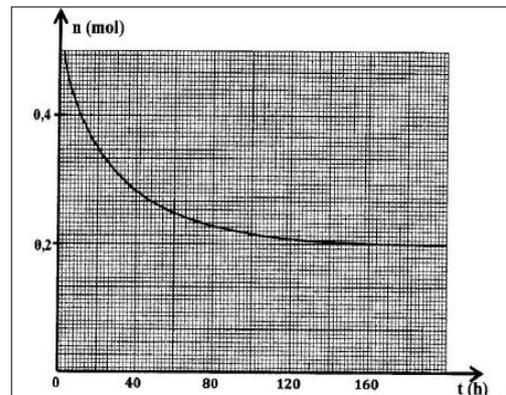
## Exercices : ESTERIFICATION – HYDROLYSE

### Exercice n° 4 : -PC2017 SR

Pour synthétiser l'éthanoate d'éthyle, un technicien de laboratoire a préparé une série de tubes à essai contenant chacun un volume  $V = 34,5 \text{ mL}$  d'éthanol pur et  $0,6 \text{ mol}$  de l'acide éthanoïque. Après avoir scellé ces tubes, il les a placés simultanément dans un bain-marie régulé à  $100 \text{ C}^\circ$ .

Pour suivre l'évolution du système chimique aux divers instants  $t$ , le technicien sort un tube du bain- marie et le place dans de l'eau glacée, puis il dose la quantité d'acide restante dans ce tube par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration connue.

La courbe de la figure ci-dessous représente l'évolution de la quantité de matière  $n$  de l'acide éthanoïque restante dans le tube en fonction du temps.



**Données** :- La masse molaire de l'éthanol:  $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  
- La masse volumique de l'éthanol :  $\rho = 0,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

1- Quel est l'objectif de l'utilisation de l'eau glacée avant la réalisation du dosage ? **(0,25 pt)**

2- La figure ci-dessous représente le montage expérimental utilisé pour effectuer un dosage acide-base. Nommer les éléments numérotés sur cette figure. **(0,75 pt)**

3- Montrer que le mélange réactionnel dans chaque tube est équimolaire à l'état initial. **(0,5 pt)**

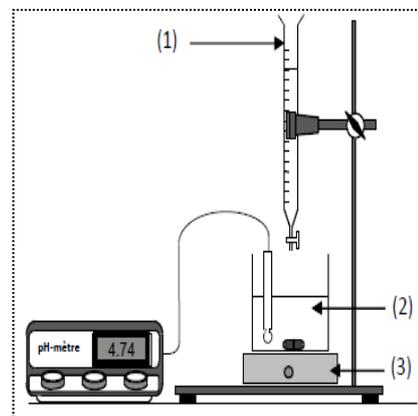
4- Écrire, en utilisant les formules semi développées, l'équation de la réaction produite dans chaque tube. **(0,5 pt)**

5- Déterminer, à l'équilibre, la composition du mélange réactionnel dans chaque tube. **(1 pt)**

6- Montrer que la valeur de la constante d'équilibre est  $K = 4$ . **(0,5 pt)**

7- Le technicien a réalisé de nouveau la même expérience à la même température, en mélangeant cette fois dans chaque tube  $0,4 \text{ mol}$  d'éthanol et  $0,1 \text{ mol}$  d'acide éthanoïque. Trouver, dans ce cas, le rendement  $r$  de la réaction. **(1 pt)**

8- Pour synthétiser l'éthanoate d'éthyle avec un rendement de  $100\%$ , technicien chimiste utilisant cette fois anhydride d'éthanoïque au lieu d'acide éthanoïque, écrire l'équation de la réaction chimique qui se produit.



### Exercice n° 5 :-Étude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'éthanol -PC2015 SN

Le benzoate d'éthyle est caractérisé par l'arôme de la cerise, pour cela, il est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour donner cet arôme à quelques produits alimentaires.

Pour préparer le benzoate d'éthyle au laboratoire, on mélange dans un ballon la masse  $m_{ac} = 2,44 \text{ g}$  d'acide benzoïque avec le volume  $m_{al} = 10 \text{ mL}$  d'éthanol pur et on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré qui joue le rôle de catalyseur et on chauffe au reflux le mélange réactionnel à une température constante.

2-1- Quel es le rôle du catalyseur dans cette réaction ? **(0,5 pt)**

2-2- Écrire l'équation chimique modélisant la transformation ayant lieu entre l'acide benzoïque et l'éthanol en utilisant les formules semi développées. **(0,5 pt)**

2-3- A la fin de la réaction, il s'est formé la masse  $m_e = 2,25 \text{ g}$  de benzoate d'éthyle. Déterminer la valeur  $r$  du rendement de la réaction. **(1 pt)**

## Exercices : ESTERIFICATION – HYDROLYSE

2-4- Pour augmenter le rendement de la synthèse du benzoate d'éthyle, on remplace l'acide benzoïque par un autre réactif. Donner le nom de ce réactif et sa formule semi-développée. **(0,5 pt)**

### Données :

- Les mesures sont prises à 25°C .
- La masse molaire de l'acide benzoïque :  $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  .
- La masse molaire de l'éthanol :  $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  .
- La masse volumique de l'éthanol pur :  $\rho = 0,78 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  .
- La masse molaire du benzoate d'éthyl :  $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5) = 150 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  .

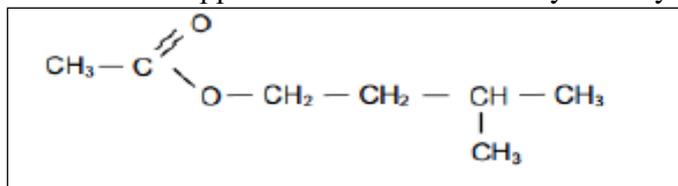
### Exercice n° 6 : Etude cinétique de l'hydrolyse d'un ester-PC2012 SR

Le composé organique éthanoate-3 méthyle butyle est caractérisé par une bonne odeur qui ressemble à celle de la banane , il est ajouté comme parfum dans quelques confiseries et des boissons et le yourte .

Cette partie de l'exercice a pour objectif l'étude cinétique de la réaction de l'hydrolyse de l'éthanoate-3 méthyle butyle et la détermination de la constante d'équilibre de cette réaction .

### Données :

La formule semi développée de l'éthanoate-3 méthyle butyle noté E :



Masse molaire du composé E :  $M(\text{E}) = 130 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  .

Masse volumique du composé E :  $\rho(\text{E}) = 10,87 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  .

Masse molaire de l'eau :  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  .

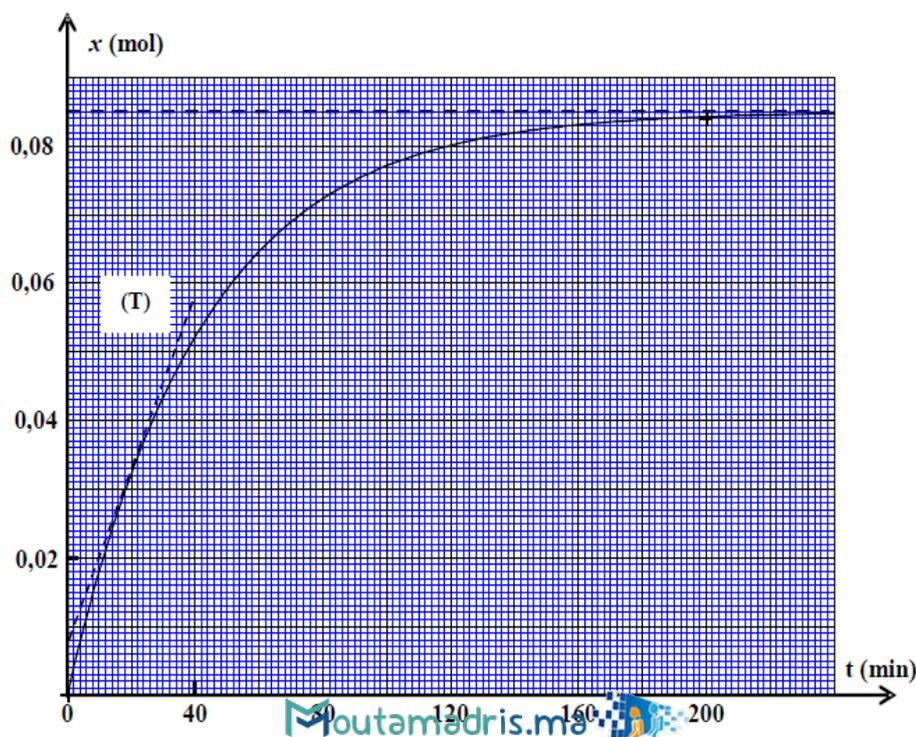
Masse volumique de l'eau :  $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  .

On verse dans un ballon le volume  $V(\text{H}_2\text{O}) = 35 \text{ mL}$  d'eau distillée et le met un bain marie de température constante et on lui ajoute le volume  $V(\text{E}) = 15 \text{ mL}$  du composé E , et on obtient un mélange de volume  $V = 50 \text{ mL}$  .

1- Déterminer le groupe caractéristique du composé E . **(0,25 pt)**

2- Écrire l'équation de la réaction modélisant l'hydrolyse du composé E en utilisant les formules semi développées . **(0,75 pt)**

3- On suit l'évolution de l'avancement  $x(t)$  de la réaction en fonction du temps et on obtient la courbe suivante.



## Exercices : ESTERIFICATION – HYDROLYSE

3-1- La vitesse volumique de la réaction est exprimée par  $v(t) = \frac{1}{V} \times \frac{dX(t)}{dt}$ , avec V le volume total du mélange, calculer en  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  la valeur de la vitesse à l'instant  $t = 20 \text{ min}$ . La droite T représente la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t = 20 \text{ min}$ . **(0,5 pt)**

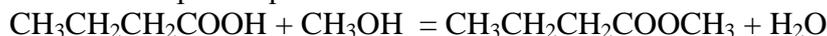
3-2- Déterminer graphiquement l'avancement final  $X_f$  et le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . **(0,5 pt)**

4- Dresser le tableau d'avancement du système chimique et déterminer la composition du mélange à l'équilibre. **(1,5 pt)**

5- Déterminer la constante d'équilibre K associée à l'hydrolyse du composé E. **(0,5 pt)**

### Exercice n° 7 :- Étude de la réaction de l'acide butanoïque avec le méthanol -PC2012 SR

La réaction entre l'acide butanoïque et le méthanol produit un composé organique E et l'eau. On modélise cette réaction par l'équation suivante :



1- Citer le nom du groupe auquel appartient le composé E, et donner son nom. **(0,5 pt)**

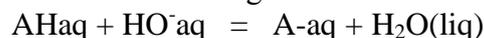
2- On verse dans un ballon qui plongé dans de l'eau glacée,  $n_1 = 0,1 \text{ mol}$  d'acide butanoïque et  $n_2 = 0,1 \text{ mol}$  de méthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentrée et quelques gouttes de phénolphtaleine, et on obtient un mélange de volume  $V = 100 \text{ mL}$ .

Donner l'intérêt de l'utilisation de l'eau glacée et le rôle que joue l'acide sulfurique dans cette réaction. **(0,5 pt)**

3- Pour suivre l'évolution de cette réaction, on verse dans 10 tubes le même volume du mélange et on ferme bien les tubes, et le met dans un bain marie de température constante ( $100^\circ\text{C}$ ) et on déclenche le chronomètre à l'instant  $t = 0$ .

Pour déterminer l'avancement de la réaction en fonction du temps, on sort les tubes du bain marie l'un après l'autre et on les met dans de l'eau glacée, et on dose l'acide restant dans chaque tube à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+\text{aq} + \text{HO}^-\text{aq}$ ) de concentration  $C = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

L'équation modélisant la réaction du dosage s'écrit sous la forme suivante :



Montrer que l'avancement x de la réaction de l'estérification peut s'écrire sous la forme :

$X(\text{mol}) = 0,1 - (10.C.V_{\text{BE}})$ ; avec  $V_{\text{BE}}$  le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence dans chaque tube. **(1 pt)**

4- Les résultats de l'étude expérimentale ont permis de tracer le graphe représentant les variations de l'avancement x de la réaction d'estérification en fonction du temps.

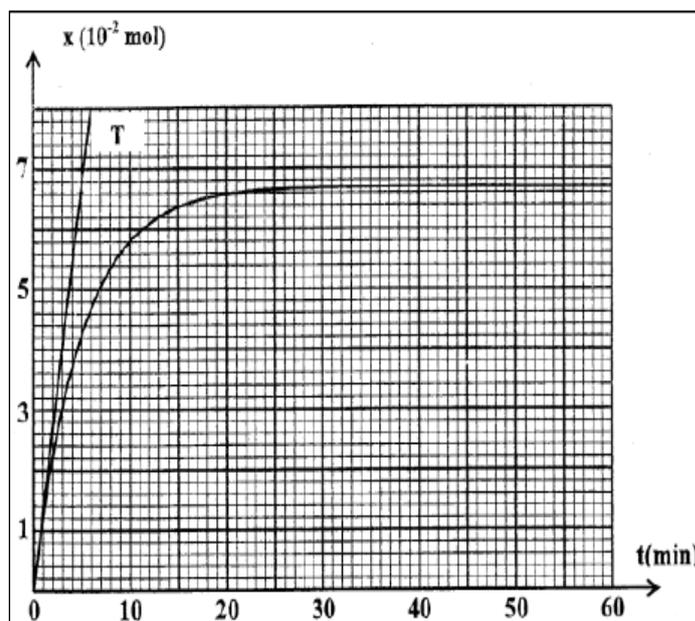
La droite T est la tangente à la courbe à  $t = 0$ .

En vous basant sur le graphe déterminer :

4-1- Déterminer la vitesse volumique de la réaction aux instants  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 50 \text{ min}$ . **(0,75 pt)**

4-2- Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . **(0,5 pt)**

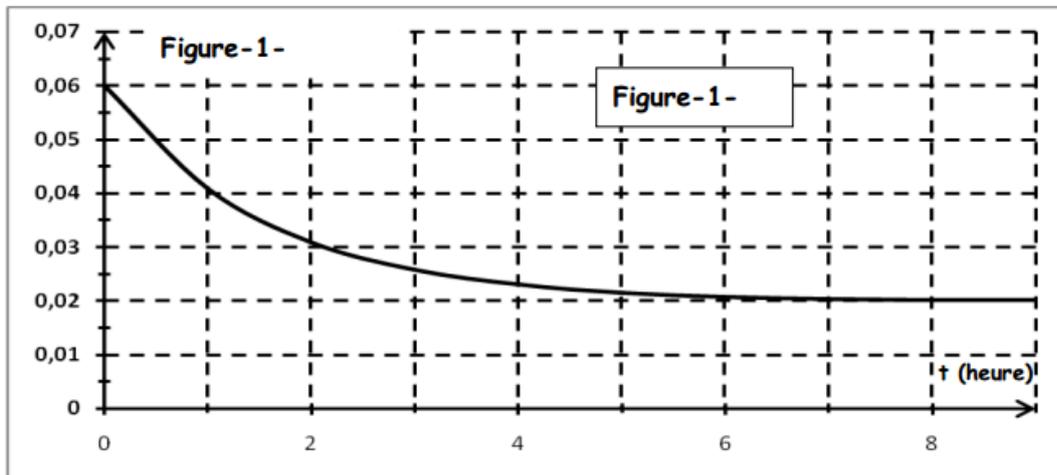
4-3- Le quotient de la réaction à l'équilibre  $Q_{r,\text{eq}}$ . **(0,75 pt)**



## Exercices : ESTERIFICATION – HYDROLYSE

### Exercice n° 8 :

A une température  $T=80^{\circ}\text{C}$ , on réalise un mélange équimolaire en partant initialement de  $n_0$  mol d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $n_0$  mol d'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On suit l'évolution de la réaction en évaluant la quantité d'acide restant en fonction du temps.(figure1)



1. Ecrire l'équation de la réaction d'estérification.
2. En utilisant la courbe de la figure-1- :
  - a) Déterminer le nombre de mol  $n_0$  d'acide et d'alcool à l'état initial.
  - b) Dresser le tableau d'avancement et montrer que l'avancement final est  $x_f = 0.04$  mol.
  - c) Déterminer le taux d'avancement final. Quelle caractéristique de la réaction d'estérification est confirmée par ce résultat
3.
  - a) Déterminer la composition du mélange à l'équilibre dynamique.
  - b) En déduire la constante d'équilibre  $K$ .
4. Une fois l'équilibre dynamique est atteint, on ajoute **0,2 mol** d'ester:
  - a) Dans quel sens le système va-t-il évoluer ?
  - b) Déterminer alors sa composition dans le nouvel état d'équilibre.