

Cette épreuve est constituée de trois exercices. Elle comporte quatre pages numérotées de 1 à 10.

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Traiter les trois exercices suivants

## مسابقة في مادة الكيمياء

المدة: ساعتين

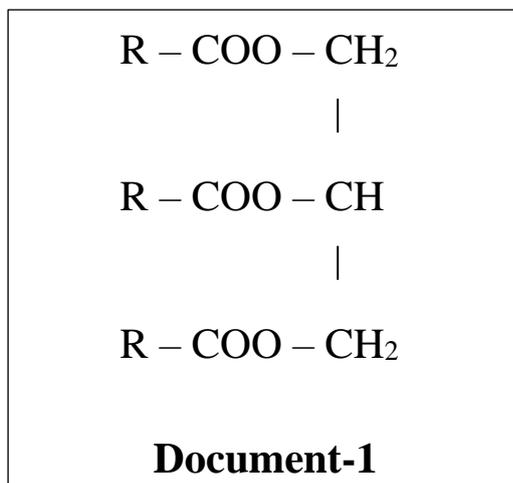
(باللغة الفرنسية)

الاسم: .....

الرقم: .....

## Exercice 1 (7 points) Du beurre à un composé parfumé

La butyrine ou tributyrate de glycéryle est un triglycéride présent dans le beurre. La formule générale d'un triglycéride est donnée dans le **document-1**.



Le but de cet exercice est d'étudier la préparation d'un composé organique utilisé en parfumerie à partir du beurre.

### 1. Structure de la butyrine

En se référant au **document-1** :

**1.1. Montrer** que la formule de **R** est **C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>**, sachant que la masse molaire de la butyrine est **M = 302 g.mol<sup>-1</sup>** et **R** est un radical alkyle de formule **C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>**

#### Donnée :

Masses molaires en g.mol<sup>-1</sup> : **M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16**

**1.2. Ecrire** la formule semi-développée de la butyrine.

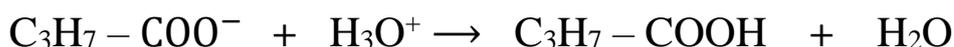
## 2. Synthèse d'un ester (E)

La butyrique peut être utilisée pour fabriquer un ester (E) utilisé en parfumerie selon les réactions données dans le **document-2**.

### Réaction 1:



### Réaction 2 :

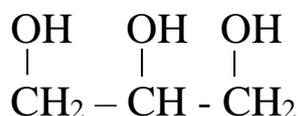


### Réaction 3 :



**2.1.** En se référant au **document-2**, préciser si chacune des propositions suivantes est vraie ou fausse.

**2.1.1.** Sachant que sa formule structurale semi développée du composé (G) obtenu dans la **réaction 1** est :



Le nom systématique du composé (G) est le glycérol

**2.1.2.** L'ion  $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COO}^-$  est amphiphile.

**2.1.3.** La solution de butanoate de sodium ( $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COO}^- + \text{Na}^+$ ) est neutre.

**2.1.4.** La **réaction 2** :  $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7 - \text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$  est une réaction acido-basique.

**2.2.** - **Ecrire**, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la



- **Donner** le nom systématique de l'ester (E).

**2.3.** **Vérifier que** la molécule du composé (E) n'est pas chirale.

### 3. Etude de la réaction 3

Le rendement de la réaction d'estérification (**réaction 3**), à partir d'un mélange équimolaire de  $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COOH}$  et de **propan-2-ol** est de **60 %**.

**3.1. Proposer** un moyen pour augmenter le rendement de cette réaction en utilisant les mêmes réactifs.

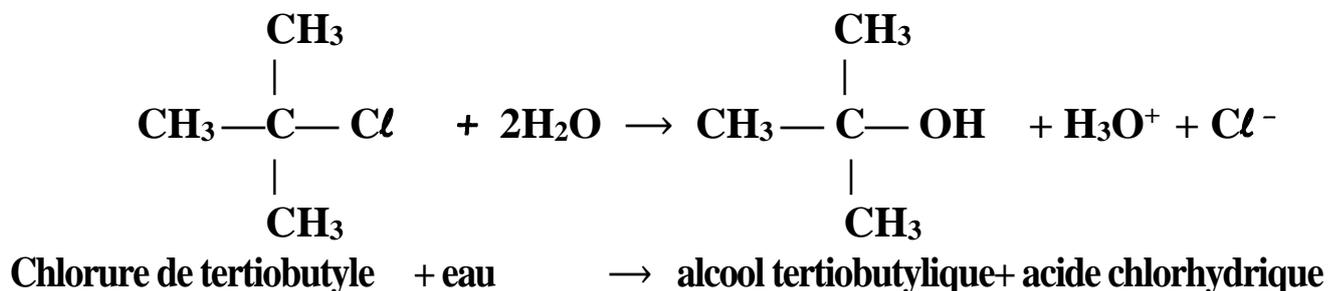
**3.2.** Cette réaction est rendue totale en remplaçant le  $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COOH}$  par l'un ses dérivé chloré :

- **Donner** le nom systématique de ce dérivé chloré
- **Ecrire**, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction de la préparation de l'ester (E).

## Exercice 2 (6 points) Cinétique de l'hydrolyse du chlorure de tertiobutyle

Le 2-chloro-2-méthylpropane connu sous le nom de chlorure de tertiobutyle, est un composé organique incolore appartenant à la famille des halogénoalcanes.

Quand on dissout le chlorure de tertiobutyle dans un mélange eau-acétone, il réagit avec l'eau pour former l'alcool tertiobutylique et l'acide chlorhydrique selon une réaction lente et totale représentée par l'équation suivante:



Le but de cet exercice est d'étudier la cinétique de cette réaction.

### 1. Etude préliminaire

1.1. Donner le nom systématique de l'alcool tertiobutylique.

1.2. Vérifier que c'est un alcool tertiaire.

1.3. Qu'observe-t-on quand un excès d'une solution acidifiée de dichromate de potassium de couleur orange est ajoutée dans un tube à essai contenant l'alcool tertiobutylique ?

**Justifier.**

## 2. Etude cinétique

A un instant  $t = 0$ , on introduit un volume  $V = 1,0 \text{ mL}$  de chlorure de tertiobutyle dans un bécher contenant un mélange d'eau-acétone maintenu à une température constante  $T$ .

On obtient un mélange réactionnel de volume  $V_1 = 100,0 \text{ mL}$  (Eau est en large excès).

Par une méthode appropriée, on détermine, à différents instants  $t$ , la concentration des ions hydronium, et on déduit celle du chlorure de tertiobutyle, noté  $[\text{RC}\ell]$ .

Les résultats sont groupés dans le tableau du **document-1**.

Temps (min)	0	15	30	45	60	75	90
$[\text{RC}\ell](10^{-2}\text{mol.L}^{-1})$	9,2	6,6	5,2	4,1	3,2	2,5	2,1

**Document-1**

### Données:

Masse molaire du chlorure de tertiobutyle  $M = 92,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Masse volumique du chlorure de tertiobutyle  $\rho = 0,85 \text{ g.mL}^{-1}$ .

**2.1. Vérifier que la concentration initiale du chlorure de tertiobutyle est :**

$$[\text{RC}\ell]_0 = 9,2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.$$

**2.2. Montrer que** la concentration des ions hydronium,  $[\text{H}_3\text{O}^+]_t$ , formé à l'instant  $t$  et la concentration du chlorure de tertiobutyle,  $[\text{RC}\ell]_t$  au même instant  $t$ , sont reliés par la relation suivante :  $[\text{H}_3\text{O}^+]_t = 9,2 \times 10^{-2} - [\text{RC}\ell]_t$

**2.3. Tracer** la courbe représentant la variation de la concentration de chlorure de tertiobutyle,  $[\text{RC}\ell]_t$  en fonction du temps  $t$  :  $[\text{RC}\ell] = f(t)$  dans l'intervalle de temps  $[0 - 90 \text{ min}]$ .

Prendre les échelles suivantes:

**En abscisses : 1 cm pour 15 min**

**En ordonnées : 1 cm pour  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$**

**2.4. Indiquer** si chacune des deux propositions suivantes est vraie ou fausse et **corriger** celle qui est fausse :

**2.4.1.** Le temps de demi-réaction est  $t^{1/2} = 38 \text{ min}$ .

**2.4.2.** L'augmentation au cours du temps de concentration de l'alcool tertiobutylique, augmente la vitesse de sa formation.

**2.5.** On répète la même expérience mais avec une seule modification, on opère à une température  $T' > T$ .

**Tracer**, sur le graphe de la question **2.3**, l'allure de la courbe  $[RCt] = g(t)$  dans l'intervalle de temps **[0 – 90 min]**.

### Exercice 3 (7 points) Réactions Acido-basique

On dispose de 3 flacons portant les indications données dans le **document-1**.

Flacon (1)	Flacon (2)	Flacon (3)
Acide benzoïque solide $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	- Solution aqueuse d'éthylamine - Pourcentage en masse : 33% - Masse volumique : $\rho = 0,914 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ - $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 45 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) $C_a = 5 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

**Document -1**

#### Données:

L'étude est faite à 25 °C.

L'éthylamine est une base faible.

pKa des couples Acide / Base:

$$\text{pKa} (\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = 4,2$$

$$\text{pKa} (\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 10,8$$

$$\text{pKa} (\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-) = 14$$

Le but de cet exercice est de préparer une solution acide et une solution basique de même concentration **C** et d'étudier certaines réactions acido-basiques.

#### 1. Préparation d'une solution (**S<sub>1</sub>**) d'acide benzoïque

- On introduit dans une fiole de **250 mL**, une masse **m** d'acide benzoïque solide.
- On y ajoute quelques mL d'eau distillée pour faire dissoudre le solide,
- On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- On obtient une solution (**S<sub>1</sub>**) d'acide benzoïque de concentration :  
 **$C = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$** .

**1.1. Calculer la masse m.**

**1.2. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque **C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH** avec l'eau.**

## 2. Préparation d'une solution aqueuse (S<sub>2</sub>) d'éthylamine

On prépare, à partir de la solution du flacon (2), **1,0 litre** d'une solution (S<sub>2</sub>) d'éthylamine de concentration  $C = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**2.1. - Calculer** la concentration molaire de la solution d'éthylamine contenue dans le flacon 2.

- **Montrer que** le volume à prélever du flacon (2) pour réaliser cette préparation est  $V = 3 \text{ mL}$ .

**2.2. Choisir**, parmi les lots du **document-2**, celui qui est le plus convenable pour réaliser cette préparation.

Lot 1	Lot 2	Lot 3
Pipette jaugée de 5 mL	Pipette graduée de 5 mL	Eprouvette graduée de 5mL
Fiole jaugée de 1000,0 mL	Fiole jaugée de 1000,0 mL	Erlenmeyer de 1000 mL
Bécher de 50 mL	Bécher de 50 mL	Bécher de 50 mL

**Document-2**

**2.3. Vérifier que** le pH de la solution (S<sub>2</sub>) est compris entre 7 et 12,3:

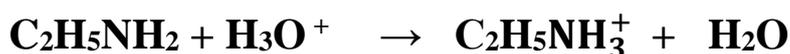
$$7 < \text{pH} < 12,3$$

### 3. Etude pH-métrique

Une solution d'acide chlorhydrique de  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$  concentration

$C_a = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  est ajouté progressivement dans un bécher contenant un volume  $V_b = 20,0 \text{ mL}$  de la solution d'éthylamine ( $S_2$ )  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$  de concentration  $C$ .

L'équation complète de la réaction totale qui a lieu est:



3.1. Justifier les affirmations correctes suivantes :

3.1.1. Le volume de la solution d'acide chlorhydrique ajouté à l'équivalence est **8 mL**

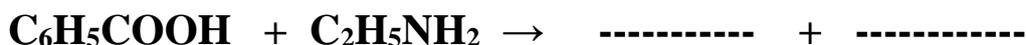
3.1.2. En se basant sur les espèces chimiques présentes à l'équivalence, le pH à l'équivalence est  **$\text{pH}_E < 7$** .

3.1.3. Les coordonnées du point de demi-équivalence sont : ( **$V_a=4\text{mL}$  ;  $\text{pH}=10,8$** )

### 4. Mélange Acido-basique

On mélange un volume  $V_1 = 72 \text{ mL}$  de la solution ( $S_1$ ) d'acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  avec un volume  $V_2 = 28 \text{ mL}$  de la solution ( $S_2$ ) d'éthylamine  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ .

4.1. Compléter l'équation de la réaction qui a lieu dans le mélange.



4.2. Vérifier que la valeur du quotient  $\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$  dans la solution obtenue est égale **0,63**, sachant que l'éthylamine est le réactif limitant.

4.3. On donne les trois valeurs de pH :

a.  $\text{pH} < 3,2$  ;      b.  $\text{pH} = 4$  ;      c.  $\text{pH} > 5,2$

En se basant sur la réponse de la question 4.2 déduire le pH qui correspond à la solution obtenue. Justifier sans calcul.