

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

المدّة: ساعتين

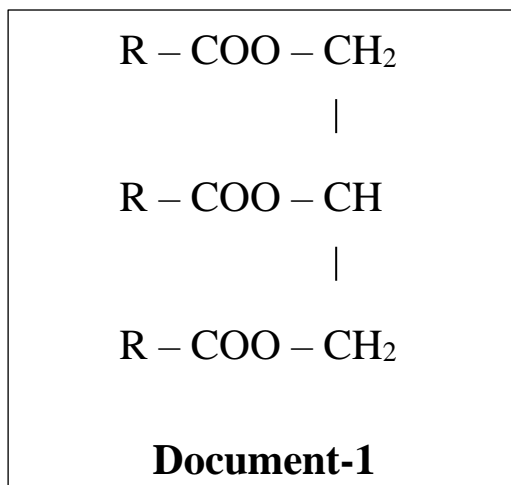
(باللغة الفرنسية)

.....: 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 **C₃H₇**, sachant que la masse molaire de la butyrine est **M = 302 g.mol⁻¹** et **R** est un radical alkyle de formule **C_nH_{2n+1}**

Donnée :

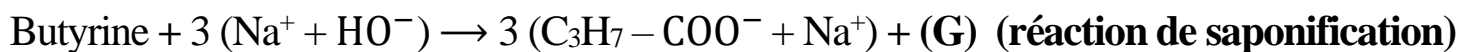
Masses molaires en g.mol⁻¹ : **M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16**

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

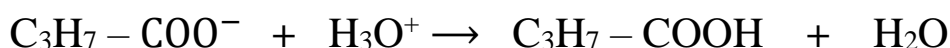
2. Synthèse d'un ester (E)

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

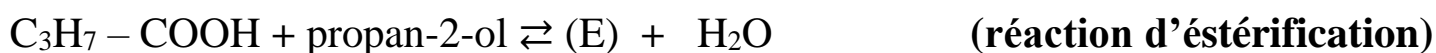
Réaction 1:



Réaction 2 :

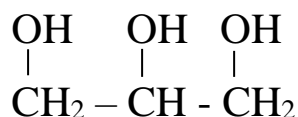


Réaction 3 :



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.

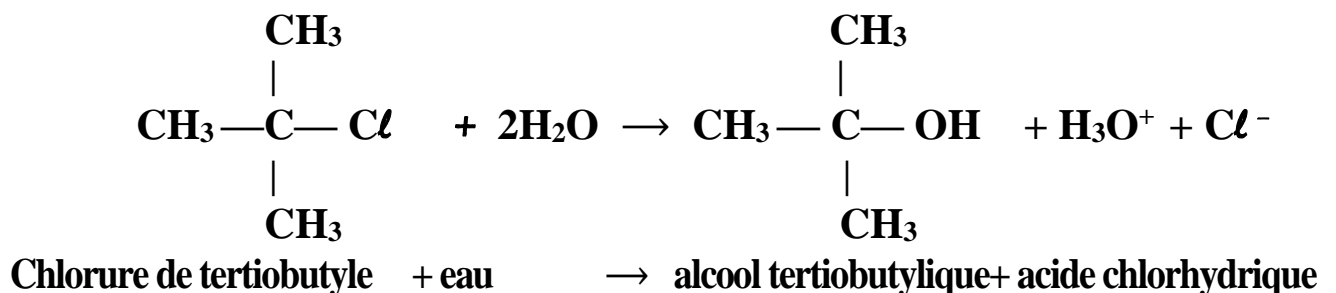
3.2. Cette réaction est rendue totale en remplaçant le $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COOH}$ par l'un ses dérivé chloré :

- **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 halogénoalcane.

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**₁) 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**₁) 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 **C₆**H**₅**COOH** avec l'eau.**

2. Préparation d'une solution aqueuse (S₂) d'éthylamine

On prépare, à partir de la solution du flacon (2), **1,0 litre** d'une solution (S₂) 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 (S₂) est compris entre 7 et 12,3:

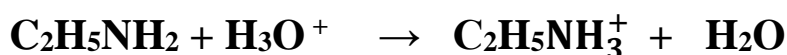
$$7 < \text{pH} < 12,3$$

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**

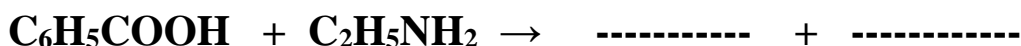
3.1.2. En se basant sur les espèces chimiques présentes à l'équivalence, le pH à l'équivalence est **$\text{pH}_E < 7$** .

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.