

## I. Parce qu'il le vaut bien ! (10 points).

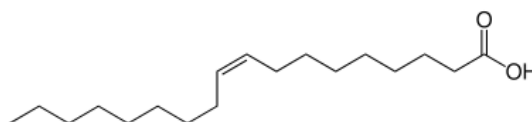
MONSIEUR MORIN qui est soucieux de la qualité de sa chevelure, souhaite se laver les cheveux avec un savon liquide doux.

Nous allons suivre le protocole complet du lavage de ses cheveux.

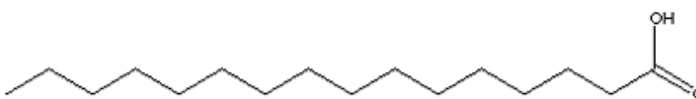
### 1. MONSIEUR MORIN n'utilise pas un shampoing ordinaire, il le fabrique.

MONSIEUR MORIN fabrique ses propres savons liquides afin d'être sûr que ces cheveux soient bien traités. Pour cela, il prépare un savon à partir d'huile d'olive et d'une solution d'ions hydroxyde. L'huile d'olive contient des corps gras constitué essentiellement à partir d'acide oléique et d'acide palmitique.

Acide oléique :



Acide palmitique :



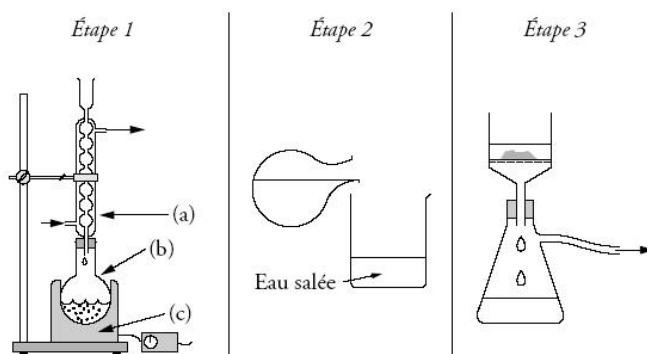
- 1.1. Donner les formules brutes des acides oléique et palmitique.
- 1.2. Ecrire l'équation associée à la transformation entre ces acides et le glycérol (on notera *R-* les groupements alkyles  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-...}$ ).
- 1.3. A quelle famille appartiennent les produits obtenus ?
- 1.4. Donner les caractéristiques de cette transformation.
- 1.5. MONSIEUR MORIN souhaite maintenant fabriquer un savon mou (liquide) à partir d'huile d'olive avec une solution basique concentrée, à chaud.  
Doit-il utiliser de la soude (NaOH) ou de la potasse (KOH) ?
- 1.6. Donner les caractéristiques de cette transformation.
- 1.7. Quel nom donne-t-on cette transformation ?
- 1.8. Etude expérimentale de la réaction entre l'oléine (triester formé à partir de l'acide oléique) et les ions  $\text{HO}^-$ .

**Étape 1 :** on chauffe pendant trente minutes un mélange de :

- $2,0 \cdot 10^{-2}$  mol d'oléine
- $5,0 \cdot 10^{-2}$  mol d'hydroxyde de potassium.
- 2 mL d'éthanol et quelques grains de pierre ponce.

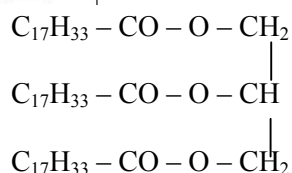
**Étape 2 :** on laisse refroidir le mélange quelques minutes puis on le transvase dans un becher contenant une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium.

**Étape 3 :** le précipité obtenu est filtré, rincé à l'eau salée, séché puis pesé. La masse expérimentale obtenue est  $m_{\text{exp}} = 10,5$  g.



**Données :**

- Formule de l'oléine :



Réactif	Oléine	Hydroxyde de potassium	Savon
Solubilité dans l'eau	insoluble	soluble	soluble
Solubilité dans l'éthanol	soluble	soluble	
Solubilité dans l'eau salée	insoluble	soluble	peu soluble
Masse molaire moléculaire (g.mol <sup>-1</sup> )	884	56	304

1.8.1. A propos du mode opératoire.

- Préciser le nom de l'opération réalisée aux étapes 1 et 3.
- Justifier, en vous aidant du tableau des solubilités, l'emploi de l'eau salée dans l'étape 2.
- Nommer les éléments (a), (b), (c), du montage utilisé dans l'étape 1.  
Quel est le rôle de l'élément (a) ?
- Quel est le rôle de la pierre ponce ?
- Pourquoi opère-t-on à chaud ?

1.8.2. Étude quantitative

- Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation qui a lieu dans l'étape 1 en utilisant les formules semi-développées. Nommer les produits obtenus (1 et 2).
- Compléter le tableau d'avancement suivant (tournez la page) :

	Oléine	Hydroxyde de potassium	Produit 1	Produit 2
Quantité de matière dans l'état initial (en mol)				
Quantité de matière en cours de transformation (en mol)				
Quantité de matière dans l'état final (en mol)				

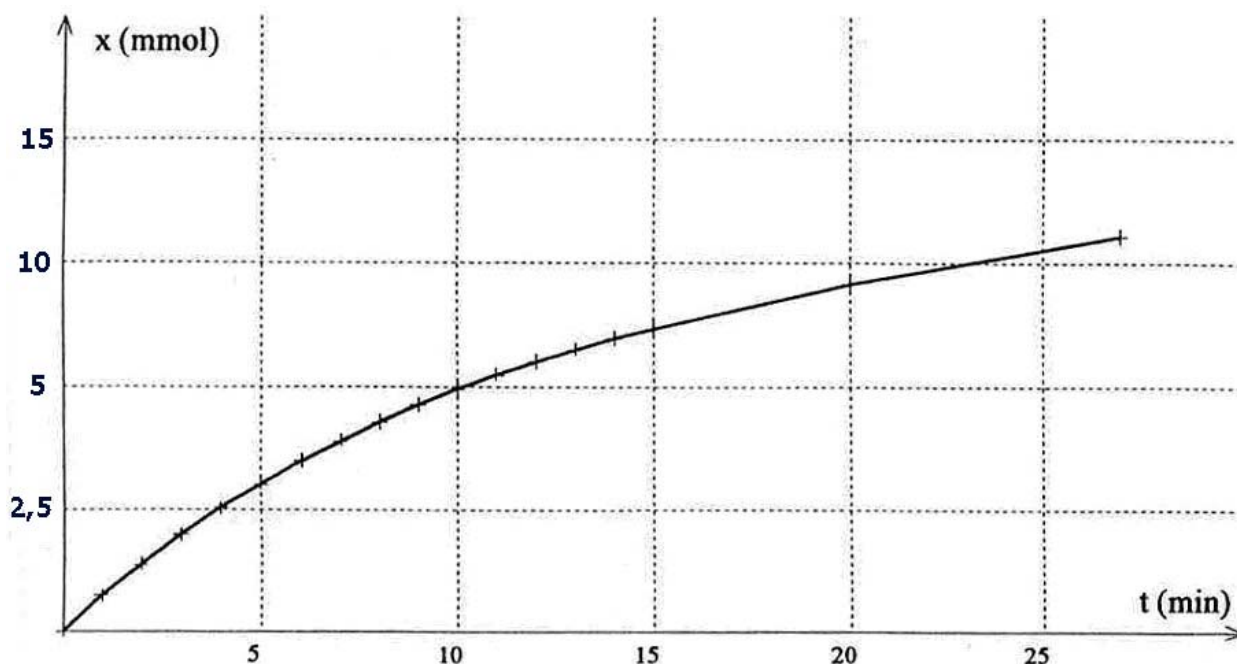
En déduire le réactif limitant.

- Définir puis calculer le rendement de cette transformation.

### 1.8.3. Etude cinétique.

On mesure l'avancement de la réaction en fonction du temps.

On obtient le graphe suivant :



1.8.3.1. Donner l'expression de la vitesse volumique de réaction en précisant les unités.

1.8.3.2. Expliquer la méthode permettant d'évaluer graphiquement cette vitesse à un instant donné.

1.8.3.3. Comment évolue cette vitesse au cours de la transformation chimique ? Quel est le facteur cinétique mis en jeu ?

1.8.3.4. Définir le temps de demi-réaction. Trouver sa valeur à partir du graphe ci-dessus et du tableau obtenu à la question 1.8.2.

1.8.3.5. On reproduit la même expérience à une température plus basse égale à  $20^{\circ}\text{C}$ .

Tracer, sur le graphe ci-dessus, l'allure de la courbe obtenue. On justifiera le tracé.

## 2. Monsieur Morin n'utilise pas l'eau du robinet pour se laver les cheveux, il utilise une eau de source en bouteille !

Monsieur Morin choisit avec soin l'eau pour se laver les cheveux.

Il a le choix entre ces différentes eaux :



Composition (en mg/L) de l'Hépar

Ion calcium 555	Ion magnésium 110	Ion sodium 14	Ion sulfate 1479	Ion hydrogénocarbonate 403
--------------------	----------------------	------------------	---------------------	-------------------------------



Composition en mg/L de l'Evian

Ion calcium 78	Ion magnésium 24	Ion sodium 5	Ion sulfate 10	Ion hydrogénocarbonate 357
-------------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------------------------------

1. Qu'appelle-t-on une eau dure ?
2. Quelle eau est doit-il choisir afin que la lavage de ces cheveux soit efficace ? Pourquoi ?

### 3. Monsieur Morin utilise un tonifiant pour ses cheveux : le vinaigre !

Monsieur Morin veut se frictionner les cheveux avec un peu de vinaigre, mais il vérifie toujours la qualité de celui-ci et en particulier son pH.

Le vinaigre est une solution aqueuse d'acide acétique de formule  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

On mesure le pH d'une solution diluée.

Le pH vaut 3,40 et la concentration de la solution diluée est  $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Le volume utilisé de solution diluée est égale à  $V = 1,0 \text{ L}$

Données :

- Pour le couple acido-basique  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{pK}_a = 4,75$

- On admet que la conductivité  $\sigma$  d'une solution ionique est fonction des concentrations molaires  $[\text{M}^+]$  et  $[\text{X}^-]$  des ions  $\text{M}^+$  et  $\text{X}^-$  et de leurs conductivités molaires ioniques  $\lambda(\text{M}^+)$  et  $\lambda(\text{X}^-)$  selon la loi :

$$\sigma = \lambda(\text{M}^+) \cdot [\text{M}^+] + \lambda(\text{X}^-) \cdot [\text{X}^-].$$

Les unités sont celles du système SI : conductivité en  $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$  ; concentrations molaires en  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$  et conductivité molaires ioniques en  $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- Valeurs des conductivités molaires ioniques :

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ; \quad \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,09 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

**3.a** - Ecrire l'équation modélisant la réaction chimique entre l'acide acétique et l'eau.

**3.b** - Donner l'expression littérale de la constante d'équilibre associée à cette réaction.  
Calculer sa valeur numérique.

**3.c** - Etablir le tableau d'avancement de la réaction. Calculer le taux d'avancement de celle-ci.  
Conclure.

**3.d** - On mesure la conductivité de la solution diluée d'acide acétique et on trouve  $\sigma = 15,5 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ .  
Retrouver la valeur de son pH.

Conclusion : Monsieur Morin peut sortir avec ses cheveux propres et songer à la citation de WALTER CAMPOS DE CARVALHO :

*Chaque fil de mes cheveux est une vérité différente.*