Nettoyants pour le sol

Bac S 2012 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1 Quelle caractéristique commune des acides α-linolénique, linoléique et oléique justifie le qualificatif « insaturé » ?

Données utiles formules semi-développées du tableau ; acide stéarique : $CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$

Les trois acides insaturés possèdent dans leur chaîne carbonée au moins une double liaison carbone-carbone $C=C$ (trois pour l'acide α-linolénique, deux pour l'acide linoléique, une pour l'acide oléique), alors que l'acide stéarique n'a que des liaisons simples.

Insaturé : présence d'au moins une double liaison $C=C$ dans la chaîne.

PIÈGE
La double liaison $C=O$ du groupe carboxyle existe aussi dans l'acide stéarique : elle ne justifie pas « insaturé ».

COMPRENDRE
Chaque double liaison retire deux atomes d'hydrogène : on passe de $C_{17}H_{35}$ (saturé) à $C_{17}H_{33}$, $C_{17}H_{31}$ puis $C_{17}H_{29}$.

1.2.1 À quelle famille de composés organiques appartient le glycérol ? Justifier.

Le glycérol $HO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$ porte trois groupes hydroxyle $-OH$, chacun lié à un atome de carbone tétragonal (qui ne forme que des liaisons simples).

Le glycérol est un alcool (un triol : trois groupes hydroxyle).

PIÈGE
Ne pas confondre avec un acide carboxylique : il n'y a pas de groupe $C=O$ sur le carbone qui porte $-OH$.

1.2.2 À quelle famille de composés organiques appartient un triglycéride ? Justifier.

Un triglycéride contient trois groupes ester $-CO-O^-$, c'est-à-dire un atome de carbone lié à la fois à un O par une double liaison et à un O lié à un autre carbone ; chacun provient de la réaction d'un $-COOH$ de l'acide gras avec un $-OH$ du glycérol.

Un triglycéride est un ester (un triester).

MÉTHODE
Reconnaître un groupe : $-COOH$ acide carboxylique, $-CO-O-C$ ester, $C-OH$ alcool. Dans un ester, l'oxygène simple est engagé entre deux atomes de carbone.

2.1 Quelle est la formule brute du groupe R dans le triglycéride T ?

T est le triglycéride issu de l'acide α-linolénique, de formule simplifiée $C_{17}H_{29}-COOH$, qui s'écrit $R-COOH$.

$R = C_{17}H_{29}$

COMPRENDRE
Vérification avec la donnée : $T = C_3H_5(OOC-C_{17}H_{29})_3$, soit $C_{57}H_{92}O_6$, de masse molaire $57\times12+92\times1+6\times16 = 872\ g\cdot mol^{-1}$.

2.2 Compléter l'équation de la saponification de T par la potasse sur l'annexe et encadrer le produit qui correspond au savon.

Chaque groupe ester de T réagit avec un ion hydroxyde : il faut 3 ions HO^- pour un triglycéride, et il se forme 3 ions carboxylate et une molécule de glycérol.

$$T + 3\,(K^+ + HO^-) = \boxed{3\,(K^+ + RCOO^-)} + \text{glycérol}$$

Coefficients 3 et 3 ; le savon est le carboxylate de potassium $(K^+ + C_{17}H_{29}COO^-)$, encadré sur l'annexe (voir tableau en 2.3.3).

PIÈGE
Le savon n'est pas le glycérol : c'est le sel $K^+ + RCOO^-$. Oublier le coefficient 3 fausse ensuite le tableau d'avancement.

2.3.1 Quel dispositif utiliser pour cette synthèse ? Expliquer son intérêt.

On utilise un montage de chauffage à reflux : ballon (avec le mélange et la pierre ponce) posé sur un chauffe-ballon, surmonté d'un réfrigérant à eau vertical.

Intérêt : le chauffage augmente la vitesse de la réaction ; les vapeurs (éthanol, eau) se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le ballon, si bien qu'on chauffe longtemps sans perdre de matière.

Chauffage à reflux : réaction plus rapide, sans perte de réactifs ni de solvant.

PIÈGE
Un réfrigérant fermé en haut ferait monter la pression : le haut du réfrigérant reste ouvert.

COMPRENDRE
L'éthanol sert de solvant commun à l'huile et à la potasse aqueuse, qui ne se mélangent pas ; la pierre ponce régularise l'ébullition.

2.3.2 Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs.

Données utiles $m_T = 20$ g ; $M_T = 872\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $C = 5{,}0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V = 20$ mL

Triglycéride : $n_T = \dfrac{m_T}{M_T} = \dfrac{20}{872} = 2{,}3 \times 10^{-2}$ mol

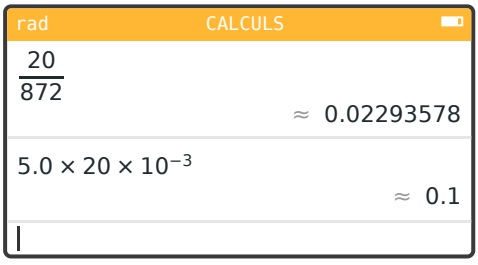
Ions hydroxyde : $n_{\text{HO}^-} = C \times V = 5{,}0 \times 20 \times 10^{-3} = 0{,}10$ mol

$n_T = 2{,}3 \times 10^{-2}$ mol ; $n_{\text{HO}^-} = 0{,}10$ mol

PIÈGE
Convertir V en litres avant de multiplier par C : $20\ \text{mL} = 20 \times 10^{-3}$ L.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme 20 g et $5{,}0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On garde la valeur non arrondie en mémoire pour la suite.

À LA CALCULATRICE



2.3.3 Compléter le tableau d'évolution de l'annexe ; la transformation étant totale, déterminer la quantité de matière de savon.

Données utiles $n_T = 2{,}29 \times 10^{-2}$ mol et $n_{\text{HO}^-} = 0{,}10$ mol (2.3.2)

Tableau complété ci-dessous. Recherche du réactif limitant :

- si T est limitant : $n_T - x_{\max} = 0$, soit $x_{\max} = 2{,}29 \times 10^{-2}$ mol ;
- si HO^- est limitant : $0{,}10 - 3x_{\max} = 0$, soit $x_{\max} = 3{,}3 \times 10^{-2}$ mol.

On retient la plus petite valeur : T est le réactif limitant et $x_{\max} = 2{,}29 \times 10^{-2}$ mol.

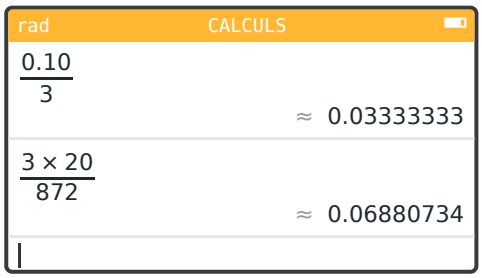
D'après le tableau : $n_S = 3x_{\max} = 3 \times 2{,}29 \times 10^{-2}$

$n_S = 6{,}9 \times 10^{-2}$ mol

COMPRENDRE
Les ions hydroxyde sont en excès : il en reste $0{,}10 - 3 \times 2{,}29 \times 10^{-2} = 3{,}1 \times 10^{-2}$ mol, ce qui assure une saponification complète de l'huile.

MÉTHODE
Pour chaque réactif, annuler sa quantité dans la ligne $x_{\max}$; le plus petit avancement obtenu désigne le réactif limitant.

À LA CALCULATRICE



Avancement	T	3 ($K^+ + HO^-$)	3 ($K^+ + RCOO^-$)	glycérol
x = 0	$n_T = 2{,}29 \times 10^{-2}$	0,10	0	0
x	$n_T - x$	0,10 − 3x	3x	x
$x_{max} = 2{,}29 \times 10^{-2}$	0	$3{,}1 \times 10^{-2}$	$6{,}9 \times 10^{-2}$	$2{,}3 \times 10^{-2}$

2.3.3 · Annexe, questions 2.2 et 2.3.3 : équation et tableau d'avancement complétés (quantités en mol, savon encadré)

2.3.4 Déterminer alors la masse de savon synthétisé.

Données utiles $n_S = 6{,}88 \times 10^{-2}$ mol (2.3.3) ; $M_S = 316\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

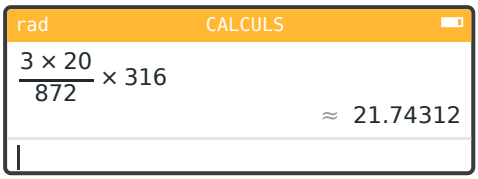
$m_S = n_S \times M_S = 6{,}88 \times 10^{-2} \times 316 = 21{,}7$ g

$m_S \approx 22$ g de savon (deux chiffres significatifs)

PIÈGE
Utiliser n_T au lieu de $n_S = 3x_{\max}$ donnerait une masse trois fois trop faible.

COMPRENDRE
On obtient plus de savon que d'huile introduite : chaque ion carboxylate emporte un ion K^+, et le glycérol part avec le reste de la masse.

À LA CALCULATRICE



3.1.1 Nommer les propriétés des deux parties de l'ion carboxylate.

- La tête polaire $-COO-$ est **hydrophile** (elle a de l'affinité pour l'eau) et lipophobe.
- La longue chaîne carbonée R est **hydrophobe** (elle fuit l'eau) et **lipophile** (elle a de l'affinité pour les graisses).

Tête hydrophile, chaîne hydrophobe et lipophile : l'ion est amphiphile.

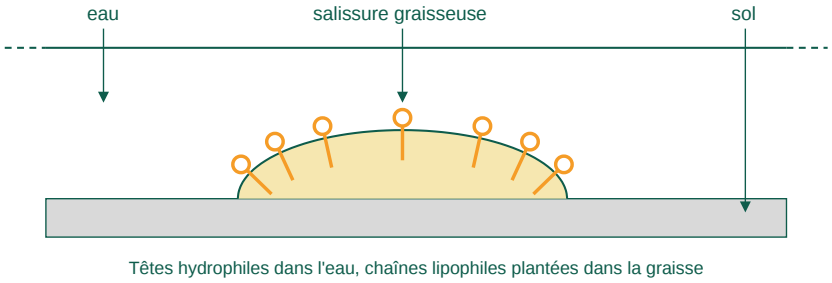
COMPRENDRE
La tête chargée interagit avec les molécules d'eau polaires ; la chaîne, apolaire, se mêle aux graisses, elles aussi apolaires.

3.1.2 Dessiner sur l'annexe quelques ions carboxylate à l'interface entre la salissure graisseuse et l'eau.

Les ions se placent tout autour de la surface de la salissure : la chaîne carbonée (trait) s'enfonce dans la graisse, la tête polaire (cercle) reste dans l'eau.

Ions perpendiculaires à la surface de la graisse, têtes vers l'eau, chaînes dans la graisse (schéma ci-dessous).

COMPRENDRE
Ainsi entourée, la gouttelette de graisse présente une surface hydrophile : elle se détache du sol et reste dispersée dans l'eau de rinçage.



Têtes hydrophiles dans l'eau, chaînes lipophiles plantées dans la graisse

3.1.2 · Annexe, question 3.1.2 : ions carboxylate à l'interface graisse / eau

3.2 Montrer que l'anion du LAS, associé à Na^+, a une action détergente grâce à une structure analogue à celle de l'ion carboxylate.

L'anion du LAS comporte deux parties aux propriétés opposées, comme l'ion carboxylate :

- une longue partie carbonée (chaîne alkyle et cycle benzénique), hydrophobe et lipophile, qui joue le rôle de la chaîne R ;
- un groupe sulfonate $-SO_3-$ chargé, hydrophile, qui joue le rôle de la tête $-COO-$.

L'anion du LAS est lui aussi amphiphile : il se place à l'interface graisse / eau et a donc une action détergente.

PIÈGE
Il faut citer les deux parties et leur propriété ; dire seulement « il ressemble au savon » ne rapporte pas les points.