Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

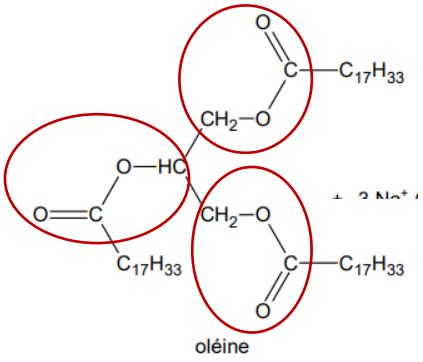
Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Métropole septembre 2023 Jour 1 **Correction © https://labolycee.org**

EXERCICE 3 – UN SAVON FAIT MAISON (5 points)

1. Un savon surgras fait maison

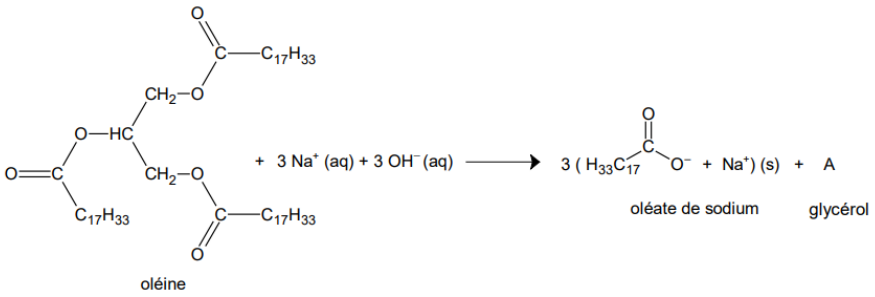
Q1.(0,25pt) Nommons la famille chimique à laquelle appartient la molécule d'oléine et précisons son groupe caractéristique.
Sur la molécule d'oleine, on reconnait la fonction ester présente 3 fois (il s'agit donc d'un triester). Le groupe caractéristique est le groupe ester.



oléine

Groupe caractéristique : ester

Q2.(0,5pt) Donnons la formule brute du glycérol, noté A dans l'équation de saponification de l'oléine.
Dans l'équation de saponification de l'oléine, on réalise le bilan des atomes présents dans les réactifs et dans les produits.



oléine

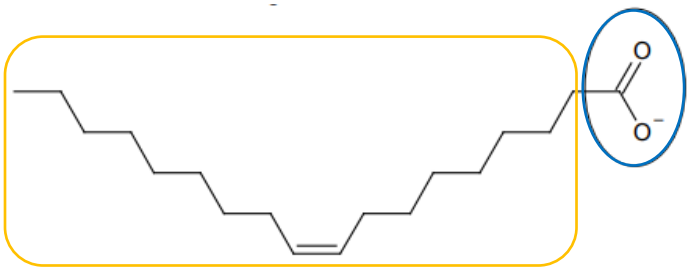
On présente ce bilan sous la forme d'un tableau.

	Réactifs	Produits	Bilan
Carbone (C)	Uniquement apporté par l'oléine $3 \times 17 + 6 \times 1 = 57$	$3 \times 17 + 3 \times 1 = 54$	$57 - 54 = 3$ La molécule A possède 3 C
Hydrogène (H)	Apporté par l'oléine et les ions hydroxyde $3 \times 33 + 2 + 2 + 1 + 3 \times 1 = 107$	$3 \times 33 = 99$	$107 - 99 = 8$ La molécule A possède 8 H.
Oxygène	Apporté par l'oléine et les ions hydroxyde $6 + 3 \times 1 = 9$	$3 \times 2 = 6$	$9 - 6 = 3$ La molécule A possède 3 O
Sodium (Na)	3	$3 \times 1 = 3$	$3 - 3 = 0$ La molécule A n'a pas de Na
Charges	Apporté par les ions sodium et hydroxyde $3 \times (+1) + 3 \times (-1) = 0$	Apporté par les oléates de sodium $3 \times ((-1) + (+1)) = 0$	La charge des réactifs et des produits est nulle. Le composé A n'est pas chargé.

Finalement la formule brute du composé A (glycérol) est : $C_3H_8O_3$

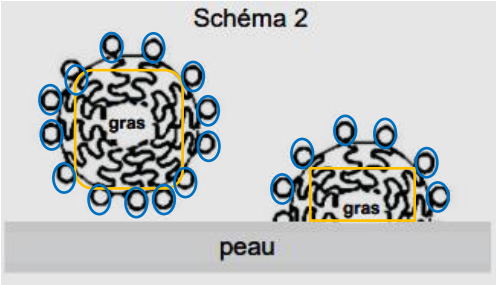
Q3.(0,25pt) Choisissons parmi les deux schémas proposés, celui qui illustre les propriétés lavantes des savons en justifiant ce choix.
D'après l'énoncé, l'ion oléate qui possède des propriétés lavantes est un composé amphiphile :

- La **partie hydrophile** entourée sur la figure 1, sera au contact de l'eau.
- La **partie lipophile** qui correspond sur le schéma à la chaîne hydrocarbonée sera au contact du gras.





Ainsi la figure qui correspond aux propriétés lavantes de l'ion oléate est la figure 2 qui montre bien l'interaction entre la partie lipophile et le gras et la partie hydrophile pourra lier des interactions avec l'eau notamment lors du rinçage.



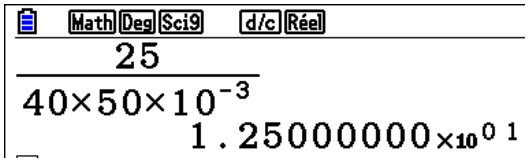
Q4.(0,75pt) Déterminons la concentration en quantité de matière de la solution d'hydroxyde de sodium préparée dans la première étape du protocole en supposant que la dissolution s'effectue sans variation de volume puis commentons le résultat.
On note C la concentration en quantité de matière de la solution d'hydroxyde de sodium. On a :

$$C = \frac{n(NaOH)}{V_S}$$

$$= \frac{m(NaOH)}{M(NaOH) \times V_S}$$

$$= \frac{25}{40 \times 50 \times 10^{-3}}$$

$$\boxed{C \approx 1{,}3 \times 10^{1}\ mol.L^{-1}}$$



La solution de soude utilisée dans la réaction de saponification est très concentrée. Cette expérience est donc dangereuse. Ainsi, le respect des consignes de sécurité liées au port de la blouse, des lunettes de protection et des gants est indispensable.

Q5.(0,25pt) Indiquons, en justifiant, l'évolution attendue du pH du milieu au cours de la fabrication du savon.
Dans la réaction de saponification permettant la fabrication du savon, la soude est un réactif.
Or, les ions hydroxyde HO^- contenus dans la soude sont responsables du caractère basique de la solution.
Au cours de la réaction la quantité de matière de ces ions diminue.
La solution devient alors de moins en moins basique. Finalement, le pH de la solution diminue au cours de la fabrication du savon.

Q6.(1pt) Déterminons la masse restante d'oléine à l'état final.
On retrouve la formule brute de chaque réactif, à partir du tableau réalisé en **Q2** :

- Oléine : $C_{57}H_{104}O_9$
- Soude (hydroxyde de sodium) : $NaOH\ (Na^+ + HO^-)$
- Oléate de sodium : $C_{18}H_{33}O_2^- + Na^+$
- Glycérol : $C_3H_8O_3$

D'après les données, la réaction de saponification est considérée comme totale.
L'équation de la réaction uniquement avec les formules brutes est donc :

$$C_{57}H_{104}O_9 + 3Na^+_{(aq)} + 3\,HO^-_{(aq)} \rightarrow 3\,(\,C_{18}H_{33}O_2^- + Na^+) + C_3H_8O_3$$

On s'aide d'un tableau d'avancement pour faciliter le raisonnement.

Équation de la réaction		$C_{57}H_{104}O_9$ + $3Na^+_{(aq)}$ + $3\,HO^-_{(aq)} \rightarrow$ $3\,(\,C_{18}H_{33}O_2^- + Na^+) + C_3H_8O_3$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	0	$n_i(C_{57}H_{104}O_9)$	$n_i(Na^+)$	$n_i(HO^-)$	0	0
État final (réaction totale)	x_{max}	$n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}$	$n_i(Na^+) - 3x_{max}$	$n_i(HO^-) - 3x_{max}$	$3x_{max}$	x_{max}

La réaction étant totale, on cherche à déterminer le réactif limitant. On compare alors :

$$\frac{n_i(C_{57}H_{104}O_9)}{1}; \frac{n_i(Na^+)}{3}\ et\ \frac{n_i(HO^-)}{3}$$

Retrouvons alors les quantités de matière initiale de chacun des réactifs

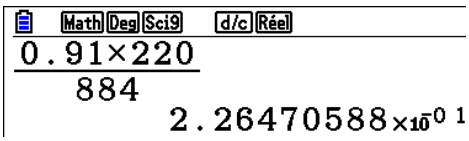
- Pour l'oléine :

$$n_i(C_{57}H_{104}O_9) = \frac{m(C_{57}H_{104}O_9)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}$$

$$= \frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}$$

$$= \frac{0{,}91 g/mL \times 220\ mL}{884\ g/mol}$$

$$n_i(C_{57}H_{104}O_9) \approx 2{,}3 \times 10^{-1}\ mol$$



- Pour les ions $Na^+_{(aq)}$ et $HO^-_{(aq)}$:

D'après l'équation de dissolution de la soude : $NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

On peut établir que : $[Na^+] = [HO^-] = C$. On en déduit que :

$$n_i(Na^+) = n_i(HO^-) = C \times V_S = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)}$$

Donc : $\frac{n_i(Na^+)}{3} = \frac{n_i(HO^-)}{3} = \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}$

$\frac{n_i(Na^+)}{3} = \frac{n_i(HO^-)}{3} = \frac{25}{3 \times 40}$ = 0,21 mol

- On remarque alors que : $\frac{n_i(Na^+)}{3} = \frac{n_i(HO^-)}{3} < \frac{n_i(C_{57}H_{104}O_9)}{1}$

Ainsi, les ions hydroxyde et sodium constituent les réactifs limitants (apporté par la soude).

On peut alors établir que : $x_{max} = \frac{n_i(HO^-)}{3} = \frac{n_i(Na^+)}{3}$

La masse restante d'oléine à l'état final est donc retrouvée en appliquant la relation (retrouvée dans le tableau d'avancement) :

$$n_f(oléine) = n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}$$

$$\leftrightarrow \frac{m_f(oléine)}{M(oléine)} = n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}$$

$$\leftrightarrow m_f(oléine) = M(oléine)[n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}]$$

$$= M(oléine)\left(\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)} - \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}\right)$$

$$= 884\left(\frac{0{,}91 \times 220}{884} - \frac{25}{3 \times 40}\right)$$

$$m_f(oléine) \approx 16\ g$$

Remarque : dans le raisonnement, on peut écrire des valeurs approchées mais les calculs sont toujours faits avec des valeurs non arrondies.

Q7.(0,25) Déterminons le surgraissage du savon obtenu par cette méthode.
D'après l'énoncé le surgraissage correspond au pourcentage en masse d'huile non saponifiée lors de la fabrication du savon. On a alors la relation :

$$Surgraissage = \frac{m_f(oléine)}{m_i(oléine)}$$

$$= \frac{\cancel{M(oléine)}\left(\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)} - \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}\right)}{\cancel{M(oléine)} \times \frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}}$$

Rappel : $m = n \times M$

$$= \frac{\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)} - \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}}{\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}}$$

$$= \frac{\frac{0{,}91 \times 220}{884} - \frac{25}{3 \times 40}}{\frac{0{,}91 \times 220}{884}}$$

$$Surgraissage \approx 0{,}08\ soit\ 8\%$$

La valeur trouvée est bien comprise dans l'intervalle donné par l'énonce « entre 5 et 10 % ».

2. Fabrication artisanale du savon

Q8.(0,5pt) Expliquons, en utilisant les données, l'intérêt du relargage.
D'après les données, le relargage consiste à ajouter de l'eau salée dans le milieu réactionnel. D'après le tableau, l'oléate de sodium (=savon) est insoluble dans l'eau salée contrairement au glycérol (autre produit de la réaction) et à l'hydroxyde de sodium (réactif en excès). Ainsi, le relargage permet de séparer le savon qui précipite des autres constituants du milieu réactionnel.

Q9.(0,25pt) Identifions dans le protocole, la stratégie choisie permettant d'optimiser le procédé par rapport à celle de la fabrication maison du savon de la partie **1**.
L'élément qui distingue le protocole de la partie 2 de la partie 1 est :

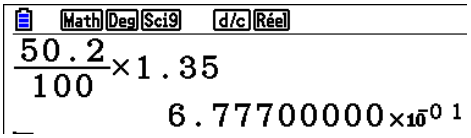
- On chauffe le milieu réactionnel afin d'augmenter la vitesse de la transformation : la température étant un facteur cinétique.

Q10.(1pt) Après avoir calculé la masse d'oléate de sodium présente dans le « savon épuré », déterminons le rendement maximal de la fabrication du savon obtenu par le procédé artisanal.

$$m_f(oléate\ de\ sodium) = P \times m(savon)$$

$$= \frac{50{,}2}{100} \times 1{,}350$$

$$\boxed{m_f(oléate\ de\ sodium) \approx 6{,}78 \times 10^{-1}\ kg}$$



Calculons alors le rendement maximal de la fabrication du savon obtenu par cette méthode.
On peut s'aider du tableau d'avancement réalisé en **Q6**.
Dans la réaction envisagée, la soude est en excès. L'oléine est le réactif limitant et on a :

$$x_{max} = n_i(oléine) = \frac{m_i(oléine)}{M(oléine)}$$

Dans l'état final, la quantité de matière maximale d'oléate de sodium est donc :

$$n_{max}(oléate\ de\ sodium) = 3x_{max}$$

$$\frac{m_{max}(oléate\ de\ sodium)}{M(oléate\ de\ sodium)} = 3x_{max}$$

$$m_{max}(oléate\ de\ sodium) = M(oléate\ de\ sodium) \times 3 \times \frac{m_i(oléine)}{M(oléine)}$$

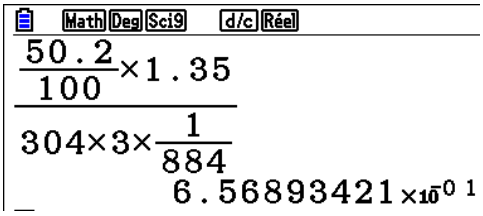
Finalement le rendement maximal de la fabrication artisanal est :

$$\eta = \frac{m_f(oléate\ de\ sodium)}{m_{max}(oléate\ de\ sodium}$$

$$= \frac{P \times m(savon)}{M(oléate\ de\ sodium) \times 3 \times \frac{m_i(oléine)}{M(oléine)}}$$

$$= \frac{\frac{50{,}2}{100} \times 1{,}350\ kg}{304\ g.mol^{-1} \times 3 \times \frac{1{,}000\ kg}{884\ g.mol^{-1}}}$$

$$\boxed{\eta \approx 0{,}657 \text{ soit } 65{,}7\%}$$



Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org

Merci Christophe pour ce corrigé.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.