Le savon à l'ancienne

Bac S 2008 Asie (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1 Donner la définition d'une base selon Brønsted.

Une base, selon Brønsted, est une espèce chimique capable de capter un ion hydrogène H^+ (un proton).

PIÈGE
Inverser les rôles : l'acide cède le proton, la base le capte.

1.2.1 Dans la soude $NaOH$ et la potasse KOH, quel ion confère la propriété de base dans l'eau ?

En solution, ces deux solides ioniques libèrent le même anion, alors que les cations Na^+ et K^+ diffèrent.

C'est l'ion hydroxyde HO^-.

1.2.2 Quel est l'acide conjugué de cet ion ?

$HO^- + H^+ = H_2O$

L'acide conjugué de HO^- est l'eau H_2O (couple H_2O / HO^-).

MÉTHODE
Pour trouver l'acide conjugué d'une base, on lui ajoute un H^+ : un atome d'hydrogène en plus et une charge positive en plus.

2.1 Quel était le corps gras utilisé à l'origine dans la fabrication du savon ?

Le texte indique que le savon était, à l'origine, obtenu en mélangeant du suif et des cendres.

Le corps gras utilisé à l'origine est le suif (graisse animale).

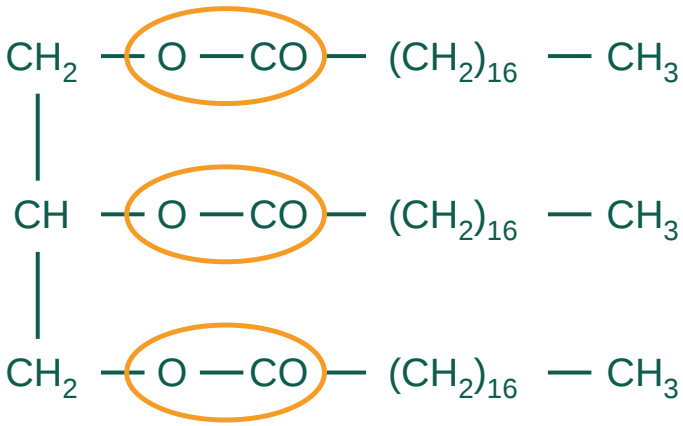
PIÈGE
Les cendres ne sont pas le corps gras : elles apportent l'alcali, c'est-à-dire la base.

2.2.1 Recopier la formule du triglycéride et y entourer les trois groupes d'atomes justifiant l'appellation triester.

La molécule contient trois fois le groupe caractéristique ester $-CO-O^-$ (un carbone doublement lié à un oxygène et simplement lié à un autre oxygène, lui-même lié à un carbone).

Les trois groupes $-O-CO^-$ sont entourés sur la formule : c'est un triester.

PIÈGE
Entourer seulement $C{=}O$ ou seulement l'oxygène : le groupe ester comprend le carbone et ses deux atomes d'oxygène.



3 groupes ester –O–CO– entourés

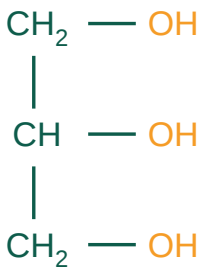
2.2.1 · Formule du triester : les trois groupes ester

2.2.2 Déduire de la formule du triester celle du glycérol.

Un ester $R-CO-O-R'$ provient d'un acide $R-COOH$ et d'un alcool $R'-OH$. Dans le triester, on remplace donc chaque groupe $-O-CO-(CH_2)_{16}-CH_3$ par un groupe hydroxyle $-OH$.

Glycérol : $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$

COMPRENDRE
Le nom propan-1,2,3-triol confirme la formule : chaîne de trois carbones, un groupe $-OH$ sur chacun.



2.2.2 · Glycérol (propan-1,2,3-triol)

3.1 Comment s'appelle la réaction de la soude concentrée sur le triester ?

C'est une saponification.

3.2 Cette réaction est une hydrolyse basique. Que sait-on de son avancement final ?

L'hydrolyse basique d'un ester est une transformation totale (et lente).

L'avancement final est égal à l'avancement maximal : $x_f = x_{max}$.

COMPRENDRE
C'est la différence avec l'hydrolyse d'un ester par l'eau seule, qui est limitée : elle conduit à un équilibre et $x_f < x_{max}$.

3.3.1 Quelle est la formule semi-développée de l'ion octadécanoate, base conjuguée de l'acide octadécanoïque ?

La base conjuguée s'obtient en retirant un H^+ au groupe carboxyle $-COOH$ de l'acide $CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$.

Ion octadécanoate : $CH_3-(CH_2)_{16}-COO^-$

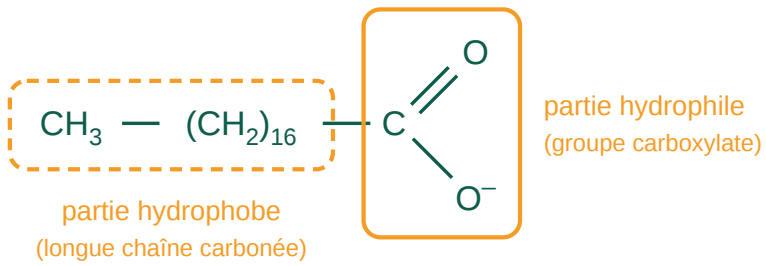
PIÈGE
Oublier la charge négative, ou retirer un hydrogène de la chaîne carbonée : seul l'hydrogène du groupe carboxyle est acide.

3.3.2 Identifier sur la formule de l'ion la partie hydrophile et la partie hydrophobe.

Le groupe carboxylate $-\mathrm{COO}-$, chargé, a une forte affinité pour l'eau. La longue chaîne carbonée $\mathrm{CH_3}-(\mathrm{CH_2})_{16}{}^-$ n'en a pas ; elle a de l'affinité pour les graisses.

Partie hydrophile : $-\mathrm{COO}-$; partie hydrophobe : $\mathrm{CH_3}-(\mathrm{CH_2})_{16}{}^-$.

COMPRENDRE
Hydrophile signifie « qui aime l'eau », hydrophobe « qui fuit l'eau ». Cette double affinité explique le pouvoir lavant : la chaîne se fixe dans la graisse, la tête chargée reste dans l'eau.



3.3.2 · Ion octadécanoate : partie hydrophobe et partie hydrophile

4.1 Pourquoi chauffer ? Pourquoi à reflux ?

Chauffer : la température est un facteur cinétique ; en l'élevant, on accélère la transformation, qui est lente.

À reflux : les vapeurs se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le ballon.

On chauffe pour accélérer la réaction ; le reflux évite les pertes de matière (réactifs et produits).

PIÈGE
Écrire que le chauffage augmente le rendement : la transformation est déjà totale, il ne joue que sur la durée.

4.2.1 Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.

Données utiles $m = 20{,}0$ g de triester ; $M(\text{triester}) = 890\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V = 40{,}0$ mL ; $c = 10{,}0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Triester : $n_1 = \dfrac{m}{M(\text{triester})} = \dfrac{20{,}0}{890} = 2{,}25 \times 10^{-2}\ \text{mol}$

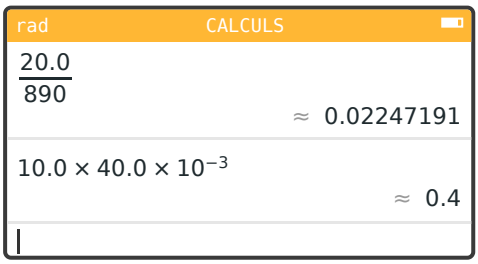
Ions hydroxyde : $n_2 = cV = 10{,}0 \times 40{,}0 \times 10^{-3} = 0{,}400\ \text{mol}$

$n_1 = 2{,}25 \times 10^{-2}$ mol de triester ; $n_2 = 0{,}400$ mol d'ions $\mathrm{HO^-}$

PIÈGE
Laisser le volume en mL : avec c en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, il faut $V = 40{,}0 \times 10^{-3}$ L.

COMPRENDRE
Les données ont trois chiffres significatifs : les résultats en gardent trois, d'où $0{,}400$ mol et non $0{,}4$ mol.

À LA CALCULATRICE



4.2.2 Quel est le réactif limitant ?

Données utiles $n_1 = 2{,}25 \times 10^{-2}$ mol et $n_2 = 0{,}400$ mol (4.2.1)

D'après l'équation, à l'avancement x il reste $n_1 - x$ de triester et $n_2 - 3x$ d'ions HO^-.

Si le triester est limitant : $n_1 - x_{max} = 0$, soit $x_{max} = 2{,}25 \times 10^{-2}$ mol.

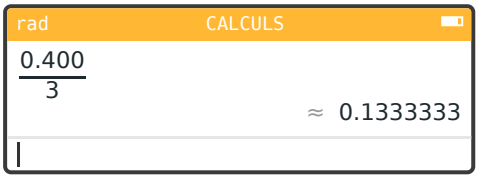
Si HO^- est limitant : $n_2 - 3\,x_{max} = 0$, soit $x_{max} = \dfrac{0{,}400}{3} = 0{,}133$ mol.

On retient la plus petite valeur : $x_{max} = 2{,}25 \times 10^{-2}$ mol.

Le réactif limitant est le triester ; la soude est en large excès.

PIÈGE
Comparer directement n_1 et n_2 sans tenir compte du coefficient 3 : c'est n_1 qu'on compare à $\frac{n_2}{3}$.

À LA CALCULATRICE



4.2.3 En déduire la masse de savon attendue en fin de préparation, la transformation étant totale.

Données utiles $M(\text{savon}) = 306$ g · mol^{-1} ; $x_{max} = \dfrac{20{,}0}{890}$ mol (4.2.2)

La transformation est totale : $x_f = x_{max}$. D'après l'équation, il se forme $n(\text{savon}) = 3\,x_{max}$.

$$m(\text{savon}) = 3\,x_{max}\,M(\text{savon}) = 3 \times \frac{20{,}0}{890} \times 306 = 20{,}6 \text{ g}$$

$m(\text{savon}) = 20{,}6$ g

PIÈGE
Oublier le coefficient 3 : une mole de triester donne trois moles de savon.

COMPRENDRE
Le sujet original donne $M(\text{triester}) = 884$ et $M(\text{savon}) = 304$ g · mol^{-1} : on obtient alors $n_1 = 2{,}26 \times 10^{-2}$ mol et la même masse, 20,6 g.

MÉTHODE
Reprendre la valeur non arrondie de x_{max} dans le calcul : avec $2{,}25 \times 10^{-2}$ mol, on trouverait 20,7 g.

À LA CALCULATRICE

