



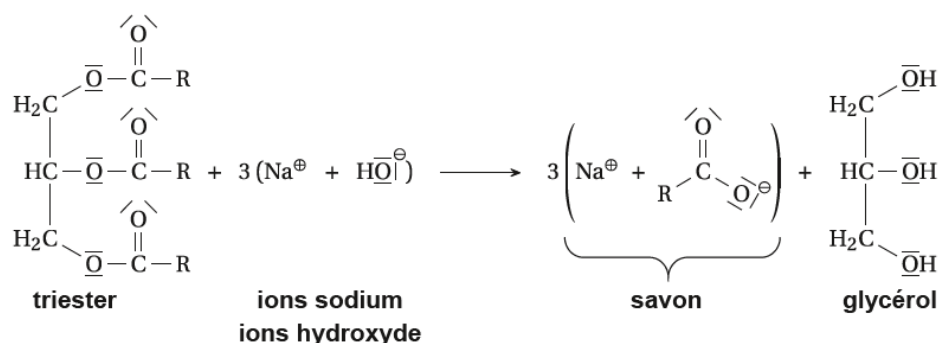
Saponification

Mots clés*Saponification, mécanisme réactionnel, dosage par titrage conductimétrique***PARTIE A - Étude de la transformation de saponification**

Sous l'action d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium concentrée, appelée « lessive de soude », les triesters contenus dans l'huile végétale se fragmentent : il se forme des ions carboxylate (qui permettront

l'obtention du savon) et du glycérol.

Cette transformation s'appelle une saponification.

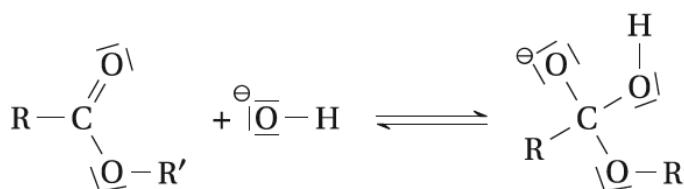
Document 1 : équation de la réaction de saponification

1) Entourer les groupes caractéristiques des molécules de triester et de glycérol et nommer les fonctions chimiques correspondantes.

2) Le mécanisme réactionnel de la saponification est donné ci-dessous.

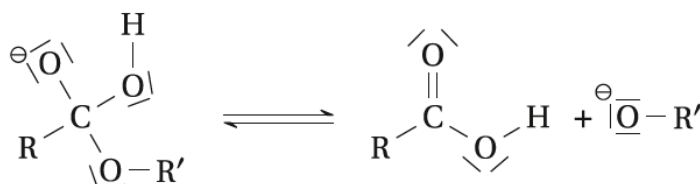
2.1. Identifier le nom du type de réaction (addition, substitution, élimination, acide/base) correspondant à l'étape n°1 du mécanisme réactionnel.

Étape n°1 :

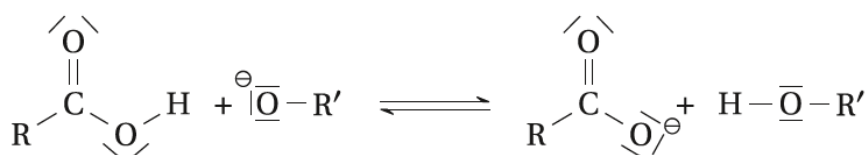


2.2. Compléter les étapes n°1 et n°2 du mécanisme réactionnel en ajoutant les flèches courbes modélisant le déplacement des doublets d'électrons

Étape n°2 :



Étape n°3 :



3) On réalise une saponification avec une masse $m_1 = 100,0$ g du triester et un excès d'hydroxyde de sodium en solution aqueuse.

Données :

- masse molaire du triester : $M_1 = 884$ g.mol⁻¹
- masse molaire du savon : $M_2 = 304$ g.mol⁻¹

3.1. Calculer la valeur de la quantité de matière n_1 du triester introduit dans le mélange réactionnel.

3.2. On suppose que la transformation chimique de saponification est totale.

- En déduire que la quantité de matière maximale de savon formé vaut $n_{\max} = 0,339$ mol.

3.3. À la fin de la transformation, on obtient une masse $m_2 = 76,4$ g de savon. Calculer la valeur du rendement de la synthèse.

PARTIE B - Contrôle qualité des réactifs de la transformation de saponification

La « lessive de soude » est une solution aqueuse très concentrée d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{HO}^-_{\text{aq}}$) préparée à partir d'un solide blanc d'hydroxyde de sodium.

Document 2 : danger de l'hydroxyde de sodium

Extrait de la FDS de l'hydroxyde de sodium (NaOH) :

Danger : H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux.

La gravité des lésions dépend de la quantité appliquée, de la concentration de la solution et du temps de contact.



Préparation de la solution aqueuse de « lessive de soude »

1) En exploitant le document 2, nommer les équipements de protection individuelle nécessaires pour manipuler une « lessive de soude » en toute sécurité.

2) L'équation qui modélise la dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau est :



- Donner l'expression du produit de solubilité K_S associé à cette équation de dissolution.

3) Sachant que le produit de solubilité de l'hydroxyde de sodium $\text{NaOH}(s)$ est $K_S = 742,6$ à 20°C , exprimer sa solubilité s en fonction de K_S puis calculer sa valeur.

Contrôle qualité de la solution

On dispose d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium « lessive de soude » S_0 dont on souhaite vérifier la concentration en quantité de matière d'hydroxyde de sodium C_0 . On dilue 25 fois la solution S_0 pour obtenir la solution S_B que l'on dose par titrage.

4) On souhaite préparer un volume de $500,0$ mL de la solution S_B . La verrerie à disposition est la suivante :

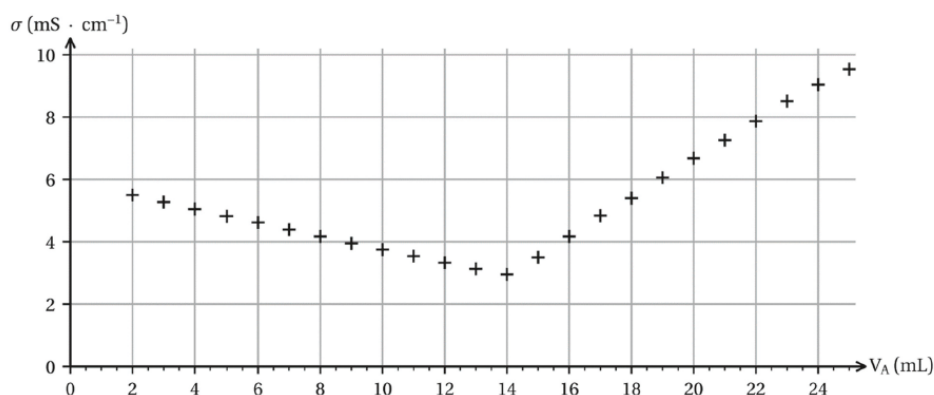
- pipettes jaugées de $5,0$ mL, $10,0$ mL et $20,0$ mL ;
- fioles jaugées de $100,0$ mL, $200,0$ mL et $500,0$ mL.

Choisir, en justifiant, les deux instruments de verrerie permettant de préparer la solution S_B .

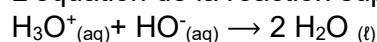
5) On réalise un titrage conductimétrique d'un volume $V_B = 20,0 \text{ mL}$ de solution S_B par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique S_A ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration en quantité de matière $C_A = 5,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

La courbe de suivi conductimétrique est représentée ci-contre

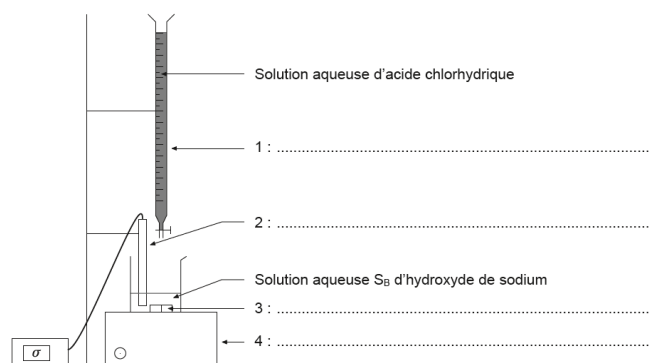
Courbe de titrage conductimétrique de la solution aqueuse S_B d'hydroxyde de sodium diluée



L'équation de la réaction support du titrage est :



- Compléter les légendes numérotées de 1 à 4 sur le schéma du dispositif de titrage conductimétrique



6) Définir l'équivalence d'un titrage.

7) Interpréter le changement de pente observé sur la courbe de suivi conductimétrique en s'appuyant sur les données suivantes

Données :

- conductivités molaires ioniques à 25°C :

Ion	Na^+	Cl^-	HO^-	H_3O^+
$\lambda^\circ \text{ (en mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$	5,01	7,63	19,9	35,0

- la conductivité σ d'une solution s'exprime à partir de la loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i^\circ \times [X_i]$$

où $[X_i]$ désigne la concentration en quantité de matière d'une espèce chimique ionique X_i et λ_i° la conductivité molaire ionique de cette espèce.

8) Déterminer la valeur V_E du volume versé à l'équivalence du titrage, à l'aide d'une construction graphique

9) Déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière d'hydroxyde de sodium de la solution S_0 .

10) Ce titrage a été réalisé 9 fois. Les 9 mesures ont donné les résultats suivants :

- valeur moyenne de la concentration : $\overline{C_0} = 8,73 \text{ mol.L}^{-1}$
- valeur de l'écart-type expérimental : $\sigma_{n-1} = 0,094 \text{ mol.L}^{-1}$

Document 3 : compatibilité du résultat d'une mesure avec une valeur de référence

- Calcul d'une incertitude-type $u(\overline{X})$ sur la moyenne \overline{X} d'une série de mesure :

$$u(\overline{X}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}}$$

où σ_{n-1} est l'écart-type expérimental et N le nombre de valeurs mesurées.

- Calcul de l'écart normalisé : $z = \frac{|\overline{X} - X_{\text{référence}}|}{u(\overline{X})}$

Lorsque $z < 2$, on considère que le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence.

Lorsque $z \geq 2$, on considère que le résultat de la mesure n'est pas compatible avec la valeur de référence.

Déterminer la valeur de l'incertitude-type $u(\overline{C_0})$ sur la concentration en quantité de matière d'hydroxyde de sodium C_0 de la solution S_0 .

11) En déduire si la valeur de $\overline{C_0}$ est compatible avec la valeur de référence, qui vaut $8,75 \text{ mol.L}^{-1}$. Conclure sur la qualité de la « lessive de soude ».