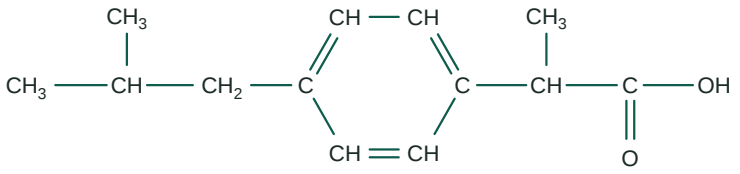
Contrôle d'un médicament

Bac 2024 Asie Jour 2 · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

Q1 Écrire la formule semi-développée de l'ibuprofène.

Chaque sommet ou extrémité de la représentation du document 1 est un atome de carbone, que l'on complète avec des atomes d'hydrogène pour qu'il forme quatre liaisons.

$(CH_3)_2CH-CH_2-C_6H_4-CH(CH_3)-COOH$, de formule brute $C_{13}H_{18}O_2$ (voir la figure).



Q1 · Formule semi-développée de l'ibuprofène

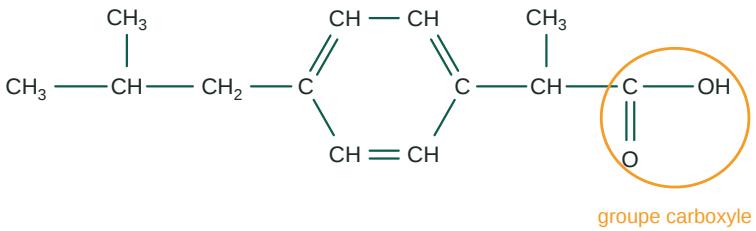
PIÈGE
Sur le cycle, les deux carbones qui portent une chaîne n'ont pas d'hydrogène ; les quatre autres en portent un seul.

MÉTHODE
Compter les liaisons dessinées autour de chaque carbone, puis ajouter les H manquants pour arriver à quatre. Vérification : la formule brute $C_{13}H_{18}O_2$ redonne bien $M = 206{,}28\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Q2 Sur la formule semi-développée, entourer le groupe caractéristique et nommer la famille fonctionnelle associée.

Le groupe caractéristique est le groupe carboxyle $-COOH$, entouré sur la figure.

Famille fonctionnelle : **acide carboxylique**.



Q2 · Groupe caractéristique entouré

PIÈGE
Entourer seulement $-OH$ (ce serait un alcool) ou seulement $C=O$: le groupe carboxyle réunit les deux sur le même carbone.

Q3 Justifier que le spectre IR de l'échantillon peut correspondre à celui de l'ibuprofène.

Données utiles document 3 : $O-H$ acide carboxylique : 2500 – 3200 cm^{-1}, large ; $C=O$ acide carboxylique : 1680 – 1710 cm^{-1}, forte

Le spectre du document 2 montre :

- une bande large entre 2500 et 3200 cm^{-1} environ, centrée vers 3000 cm^{-1} : liaison $O-H$ d'un acide carboxylique ;
- une bande forte et fine vers 1700 cm^{-1} : liaison $C=O$ d'un acide carboxylique.

Ces deux bandes sont celles du groupe carboxyle, présent dans l'ibuprofène : le spectre peut être celui de l'ibuprofène.

PIÈGE
L'axe des nombres d'onde est gradué de droite à gauche et change d'échelle à 2000 cm^{-1}. Une bande est un creux de transmittance, pas un sommet.

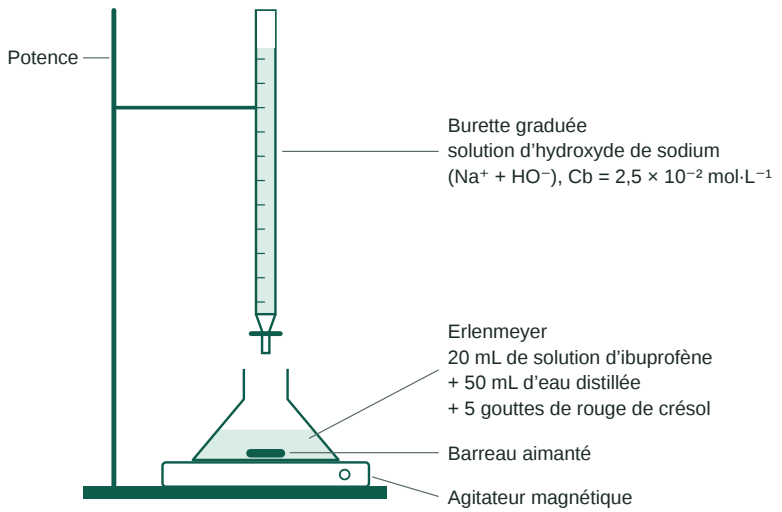
COMPRENDRE
La bande vers 1700 cm^{-1} seule ne suffit pas : ester, amide, aldéhyde et cétone absorbent aussi dans cette zone. C'est la bande large $O-H$ qui désigne l'acide carboxylique.

Q4 Représenter le montage légendé permettant d'effectuer ce titrage.

Le montage comporte une burette graduée, fixée à une potence, qui contient la solution titrante d'hydroxyde de sodium, et un erlenmeyer contenant la solution titrée, posé sur un agitateur magnétique.

Voir le schéma légendé.

MÉTHODE
Une légende complète nomme la verrerie et son contenu : solution titrante avec sa concentration dans la burette, solution titrée et indicateur dans l'erlenmeyer, sans oublier le barreau aimanté.



Q4 · Montage du titrage colorimétrique

Q5 Écrire la réaction support du titrage, en notant $\mathrm{R{-}COOH}$ l'ibuprofène.

L'ibuprofène, acide, cède un ion $\mathrm{H^+}$ à la base $\mathrm{HO^-}$:

$$\mathrm{R{-}COOH\,(aq) + HO^-\,(aq) \longrightarrow R{-}COO^-\,(aq) + H_2O\,(l)}$$

COMPRENDRE
Une réaction support de titrage est totale : on écrit une flèche simple. L'ion $\mathrm{Na^+}$ est spectateur, il n'apparaît pas dans l'équation.

Q6 Le rouge de crésol est un indicateur coloré. Expliquer son rôle lors du titrage.

Un indicateur coloré est un couple acide-base dont les deux formes n'ont pas la même couleur : la teinte de la solution dépend donc du pH.

À l'équivalence, le pH du mélange varie brusquement et traverse la zone de virage de l'indicateur.

Le changement de couleur du rouge de crésol permet de repérer l'équivalence, donc de lire le volume $V_{b,eq}$.

PIÈGE
Quelques gouttes suffisent : l'indicateur est lui-même un acide ou une base, une grande quantité consommerait de la solution titrante et fausserait $V_{b,eq}$.

Q7 Discuter le choix de cet indicateur coloré.

Données utiles pH à l'équivalence voisin de 8,1 ; zone de virage du rouge de crésol : 7,2 – 8,8

Un indicateur coloré convient si sa zone de virage contient le pH à l'équivalence.

Ici $7{,}2 < 8{,}1 < 8{,}8$: le pH à l'équivalence se trouve dans la zone de virage, pratiquement en son milieu.

Le rouge de crésol est bien adapté : son changement de couleur se produit à l'équivalence.

COMPRENDRE
Le repérage à l'œil d'un changement de teinte reste moins précis qu'un suivi pH-métrique, qui donnerait $V_{b,eq}$ par lecture sur la courbe.

Q8 Déterminer la valeur de la masse d'ibuprofène contenue dans le comprimé.

Données utiles $C_b = 2{,}5 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V_{b,eq} = 15{,}5$ mL ; prélèvement $V_p = 20$ mL ; fiole $V_0 = 100$ mL ; $M = 206{,}28\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction (Q5) :

$$n_p(\text{RCOOH}) = n(\text{HO}^-)_{\text{versé}} = C_b\, V_{b,eq}$$

$n_p = 2{,}5 \times 10^{-2} \times 15{,}5 \times 10^{-3} = 3{,}9 \times 10^{-4}$ mol dans les 20 mL prélevés.

La fiole de 100 mL contient tout l'ibuprofène du comprimé, soit $\dfrac{V_0}{V_p} = \dfrac{100}{20} = 5$ fois plus :

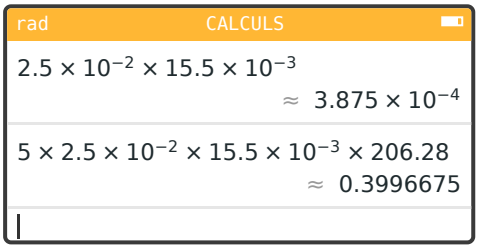
$$m = 5\, C_b\, V_{b,eq}\, M = 5 \times 2{,}5 \times 10^{-2} \times 15{,}5 \times 10^{-3} \times 206{,}28$$

$m = 0{,}40$ g, soit $4{,}0 \times 10^2$ mg d'ibuprofène dans le comprimé.

PIÈGE
Oublier le facteur 5 : le titrage ne porte que sur 20 mL des 100 mL. Les 50 mL d'eau ajoutés ne comptent pas : ils diluent sans changer la quantité d'ibuprofène dans l'erlenmeyer.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme C_b, la donnée la moins précise. On garde la valeur non arrondie de n_p dans la calculatrice pour la suite du calcul.

À LA CALCULATRICE



Q9 Justifier que la valeur obtenue est compatible avec une erreur d'étiquetage.

Données utiles boîte étiquetée 200 mg ; formes commercialisées : 100 mg, 200 mg et 400 mg ; $m = 4{,}0 \times 10^2$ mg (Q8)

La masse mesurée, 400 mg, est le double des 200 mg annoncés sur la boîte : un tel écart ne s'explique pas par l'incertitude du titrage.

En revanche, elle coïncide avec une autre forme commercialisée, le comprimé de 400 mg.

Le comprimé contrôlé est un comprimé de 400 mg placé dans une boîte étiquetée 200 mg : le résultat est compatible avec une erreur d'étiquetage.