Étude d'un herbicide

Bac 2025 Amérique du Sud Jour 1 · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

Q1 Justifier le nom « acide nonanoïque » donné à l'acide pélargonique en nomenclature officielle.

La chaîne carbonée compte 9 atomes de carbone, celui du groupe carboxyle compris, et ne comporte que des liaisons simples entre eux : racine « nonan ».

La molécule porte le groupe carboxyle $-\mathrm{COOH}$ en bout de chaîne : elle appartient à la famille des acides carboxyliques, d'où « acide » et la terminaison « oïque ».

9 atomes de carbone et un groupe carboxyle : acide nonanoïque.

PIÈGE
Ne compter que les sommets du zigzag sans le carbone qui porte O et OH : on trouverait 8 et le préfixe « oct ».



Q1 · Formule topologique : les 9 atomes de carbone numérotés à partir du groupe carboxyle

Q2 Proposer un protocole permettant de diluer la solution commerciale d'un facteur 10 avec le matériel mis à disposition.

Données utiles pipettes jaugées de 2,0 ; 5,0 ; 10,0 et 20,0 mL ; fioles jaugées de 50,0 ; 100,0 et 200,0 mL

Diluer d'un facteur 10 : $F = \dfrac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = 10$. On choisit $V_{\text{mère}} = 20{,}0$ mL et $V_{\text{fille}} = 200{,}0$ mL.

- Verser un peu d'herbicide commercial dans un bécher.
- Y prélever 20,0 mL avec la pipette jaugée de 20,0 mL et les introduire dans la fiole jaugée de 200,0 mL.
- Ajouter de l'eau distillée jusqu'aux trois quarts, agiter.
- Compléter à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, boucher et homogénéiser.

20,0 mL d'herbicide (pipette jaugée) dans une fiole jaugée de 200,0 mL complétée à l'eau distillée.

PIÈGE
Prélever avec une éprouvette graduée ou préparer la solution dans un bécher : une dilution précise exige de la verrerie jaugée, à nommer avec son volume.

COMPRENDRE
Les couples 10,0 mL et 100,0 mL, ou 5,0 mL et 50,0 mL, conviennent aussi : seul compte le rapport 10 entre la fiole et la pipette.

Q3 Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est l'état du mélange pour lequel le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage. Les deux réactifs sont alors entièrement consommés.

Équivalence : réactifs titré et titrant introduits dans les proportions stœchiométriques.

COMPRENDRE
Avant l'équivalence, le réactif limitant est l'ion $\mathrm{HO^-}$ versé ; après, c'est l'acide titré. L'équivalence marque ce changement de réactif limitant.

Q4 Déterminer la valeur du volume V_E d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence, en faisant apparaître la démarche sur le document-réponse 2.

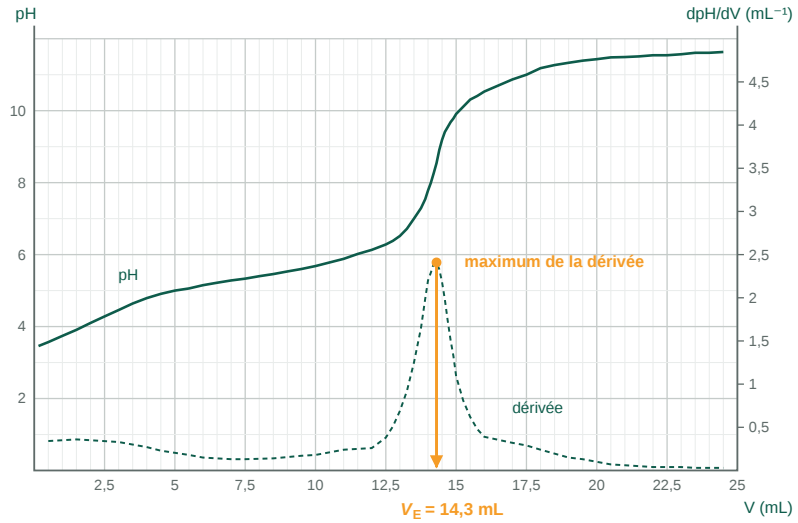
À l'équivalence, le pH varie le plus brutalement : la dérivée $\frac{\mathrm{d\,pH}}{\mathrm{d}V}$ passe par son maximum.

On trace la verticale passant par le sommet de la courbe en pointillés et on lit son abscisse.

$$V_E = 14{,}3\ \mathrm{mL}$$

COMPRENDRE
Lecture à 0,1 mL près environ : de 14,2 à 14,4 mL est acceptable.

MÉTHODE
Sans courbe dérivée : deux tangentes parallèles de part et d'autre du saut, puis la parallèle équidistante, qui coupe la courbe au point d'équivalence.



Q4 · Document-réponse 2 complété : verticale passant par le maximum de la dérivée

Q5 Exploiter les résultats pour déterminer la concentration en quantité C_{ap} d'acide pélargonique dans la solution commerciale d'herbicide.

Données utiles $C = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$; $V_S = 5{,}0$ mL ; $V_E = 14{,}3$ mL (Q4) ; dilution d'un facteur 10 (Q2)

À l'équivalence, d'après l'équation de la réaction (un acide pour un ion $\mathrm{HO^-}$) : $n(\mathrm{acide})_{\mathrm{initial}} = n(\mathrm{HO^-})_{\mathrm{versé}}$, soit $C_S\,V_S = C\,V_E$, où C_S est la concentration de la solution S.

$$C_S = \frac{C\,V_E}{V_S} = \frac{1{,}00 \times 10^{-2} \times 14{,}3}{5{,}0} = 2{,}86 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

La solution commerciale est 10 fois plus concentrée que S : $C_{ap} = 10\,C_S = 0{,}286\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.

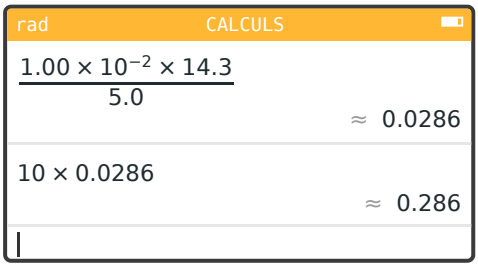
$$C_{ap} \approx 0{,}29\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

PIÈGE
Oublier le facteur 10 : le titrage donne la concentration de la solution diluée S, pas celle du flacon.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme $V_S = 5{,}0$ mL, la donnée la moins précise. Les deux volumes restent en mL : leurs unités se simplifient dans le rapport.

COMPRENDRE
L'eau ajoutée pour immerger l'électrode ne change pas la quantité d'acide dans le bécher, donc pas V_E.

À LA CALCULATRICE



Q6 Vérifier si le résultat de ce titrage est cohérent avec l'indication du fabricant.

Données utiles $c_{m,\text{ref}} = 43{,}06\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; $M = 158\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $u(c_m) = 1{,}2\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; $C_{ap} = 0{,}286\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (Q5)

Concentration en masse mesurée : $c_m = C_{ap} \times M = 0{,}286 \times 158 = 45{,}2\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

$$z = \frac{|c_m - c_{m,\text{ref}}|}{u(c_m)} = \frac{|45{,}2 - 43{,}06|}{1{,}2} = 1{,}8$$

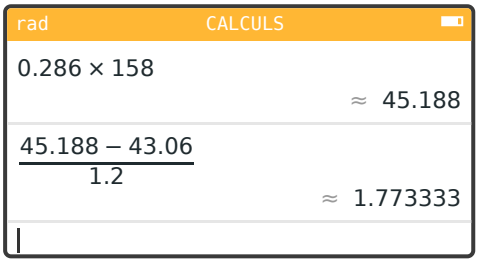
$z \leqslant 2$: la mesure est en accord avec la valeur de référence.

$c_m = 45{,}2\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ et $z \approx 1{,}8 \leqslant 2$: le titrage est cohérent avec l'indication du fabricant.

PIÈGE
Repartir de la valeur arrondie $0{,}29\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$: on obtient $45{,}8\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ et $z = 2{,}3$, conclusion inversée. On calcule avec la valeur non arrondie.

COMPRENDRE
Le résultat dépend de la lecture de V_E : avec 14,4 mL, on trouve $z \approx 2{,}0$, à la limite du critère. La conclusion reste la même.

À LA CALCULATRICE



Q7 Choisir l'indicateur coloré adapté à ce titrage et justifier.

Données utiles zones de virage : hélianthine 3,2 – 4,4 ; BBT 6,0 – 7,6 ; indicateur TA 8,2 – 9,8 ; $V_E = 14{,}3$ mL (Q4)

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

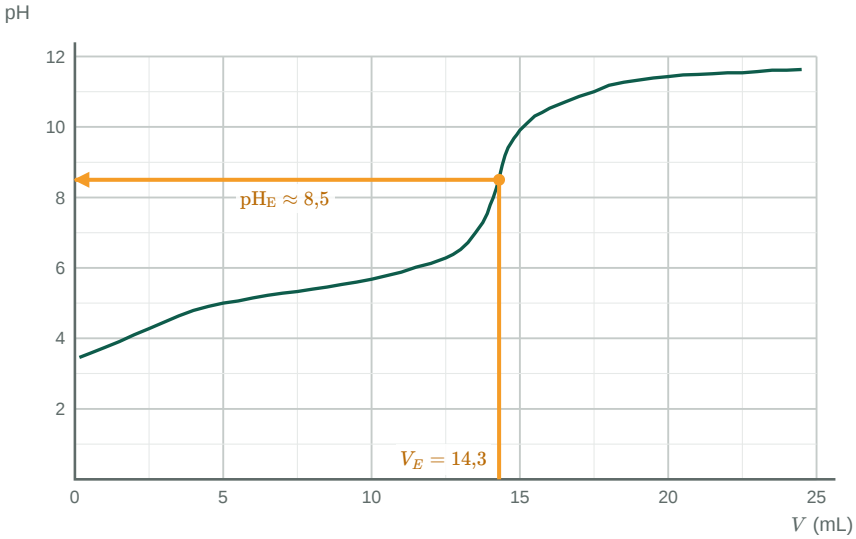
Sur la courbe de titrage, pour $V_E = 14{,}3$ mL, on lit $\text{pH}_\text{E} \approx 8{,}5$.

Seule la zone de virage de l'indicateur TA (8,2 – 9,8) contient cette valeur.

Indicateur adapté : l'indicateur TA, car $8{,}2 < \text{pH}_\text{E} \approx 8{,}5 < 9{,}8$.

PIÈGE
Choisir le BBT parce que sa zone entoure 7 : il virerait avant l'équivalence et le volume relevé serait trop faible.

COMPRENDRE
$\text{pH}_\text{E} > 7$: à l'équivalence, le bécher contient l'ion $C_8H_{17}COO^-$, qui est une base.



Q7 · Courbe de titrage : lecture du pH à l'équivalence

Q8 Préciser le changement de couleur observé à l'équivalence du titrage.

Avant l'équivalence, le pH du mélange est inférieur à 8,2 : l'indicateur TA est sous sa forme acide, incolore. À l'équivalence, le pH franchit la zone de virage et l'indicateur prend la teinte de sa forme basique, rose.

La solution passe de l'incolore au rose.

PIÈGE
Inverser le sens : la solution titrée, acide, est dans le bécher. On part donc de la teinte de la forme acide.