Arôme de poire

Bac 2025 Asie Jour 1 · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

Q1 Définir un isomère de constitution.

Deux isomères de constitution sont des molécules de même formule brute dont les atomes ne sont pas enchaînés de la même façon : leurs formules semi-développées sont différentes.

Même formule brute, formules semi-développées différentes.

Q2 Identifier, en justifiant, lequel des isomères A et B est l'éthanoate de pentyle.

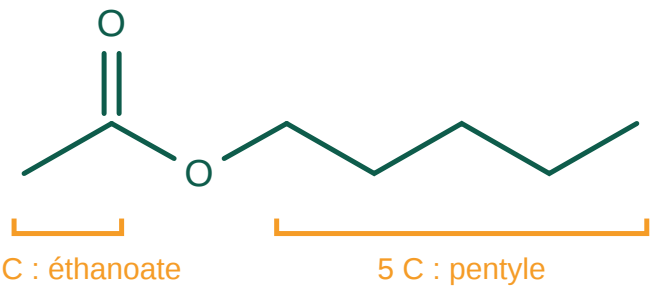
Le nom d'un ester se lit en deux parties :

- « éthanoate » : la chaîne qui porte le groupe $C{=}O$ compte 2 atomes de carbone ;
- « de pentyle » : la chaîne liée à l'atome d'oxygène compte 5 atomes de carbone.

Dans B, le carbone du $C{=}O$ ne porte qu'un groupe CH_3 (2 carbones en tout) et l'oxygène est lié à une chaîne de 5 carbones. A est l'inverse : c'est le pentanoate d'éthyle.

L'éthanoate de pentyle est l'isomère **B**.

PIÈGE
Compter les carbones de la première partie sans celui du groupe $C{=}O$: il appartient à la chaîne « éthanoate ». Dans B, cette chaîne a bien 2 carbones, pas 1.



Q2 · Isomère B : les deux chaînes de l'éthanoate de pentyle

Q3 Justifier que le spectre infrarouge de la figure 1 peut correspondre aux deux isomères A et B.

Sur le spectre, on repère :

- une bande forte et fine vers $1\,740\ \text{cm}^{-1}$, dans l'intervalle $1\,730 - 1\,750\ \text{cm}^{-1}$ de la liaison $C{=}O$ d'un ester ;
- une bande forte vers $2\,950\ \text{cm}^{-1}$, attribuée aux liaisons $C{-}H$;
- aucune bande large entre $3\,100$ et $3\,500\ \text{cm}^{-1}$: pas de liaison $O{-}H$.

A et B sont tous les deux des esters : ils possèdent les mêmes types de liaisons ($C{=}O$ d'ester et $C{-}H$).

Le spectre est compatible avec A comme avec B : il ne permet pas de les distinguer.

COMPRENDRE
La spectroscopie infrarouge identifie des types de liaisons, donc des groupes caractéristiques. Elle ne renseigne pas sur la longueur des chaînes carbonées : deux isomères de même famille donnent des spectres très proches.

Q4 Citer deux avantages que présente un montage de chauffage à reflux.

- Le chauffage élève la température du mélange : la transformation est plus rapide (la température est un facteur cinétique).
- Le réfrigérant condense les vapeurs, qui retombent dans le ballon : il n'y a pas de perte de matière, ni de vapeurs rejetées dans le laboratoire.

Transformation accélérée, sans perte de réactifs ni de produits.

Q5 Exprimer puis calculer le quotient réactionnel initial $Q_{r,0}$.

Toutes les espèces sont dans le même mélange liquide et l'eau n'est pas le solvant : sa concentration figure dans le quotient.

$$Q_{r,0} = \frac{[C_7H_{14}O_2]_0 \times [H_2O]_0}{[C_5H_{12}O]_0 \times [C_2H_4O_2]_0}$$

À l'instant initial, ni l'ester ni l'eau ne sont présents : $[C_7H_{14}O_2]_0 = [H_2O]_0 = 0$.

$Q_{r,0} = 0$

PIÈGE
Retirer l'eau du quotient par habitude. Cela ne vaut que si l'eau est le solvant, noté (aq) pour les autres espèces. Ici l'eau est un produit comme un autre, noté (ℓ).

Q6 En déduire le sens d'évolution spontanée de la transformation.

Données utiles $K = 4$; $Q_{r,0} = 0$ (Q5)

$Q_{r,0} = 0 < K = 4$: le quotient de réaction doit augmenter pour atteindre K, ce qui correspond à la formation des produits.

La transformation évolue spontanément dans le sens **direct** (formation de l'ester et de l'eau).

Q7 Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

Données utiles $V_1 = 54{,}0$ mL ; $d = 0{,}814$; $M_1 = 88{,}0$ g · mol^{-1} ; $n_2 = 0{,}50$ mol ; $\rho_{eau} = 1{,}00$ g · mL^{-1}

Quantité de matière initiale de pentan-1-ol, de masse volumique $\rho_1 = d \times \rho_{eau}$:

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{d \times \rho_{eau} \times V_1}{M_1} = \frac{0{,}814 \times 1{,}00 \times 54{,}0}{88{,}0} = 0{,}500 \text{ mol}$$

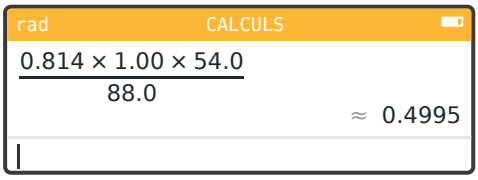
Or $n_2 = 0{,}50$ mol et les nombres stœchiométriques des deux réactifs valent 1 : le mélange est stœchiométrique. Si la transformation était totale, les deux réactifs seraient entièrement consommés : $n_1 - x_{max} = 0$.

$x_{max} = n_1 = n_2 = 0{,}50$ mol

COMPRENDRE
n_1 est calculé avec trois chiffres significatifs, comme d, V_1 et M_1. Le résultat x_{max} est donné avec deux chiffres, car $n_2 = 0{,}50$ mol n'en compte que deux.

MÉTHODE
La densité d'un liquide donne sa masse volumique : $\rho = d \times \rho_{eau}$ avec $\rho_{eau} = 1{,}00$ g · mL^{-1}. Avec V en mL, la masse $m = \rho \times V$ sort directement en grammes.

À LA CALCULATRICE



Q8 Calculer la valeur du rendement r de la réaction en utilisant le graphique de la figure 2.

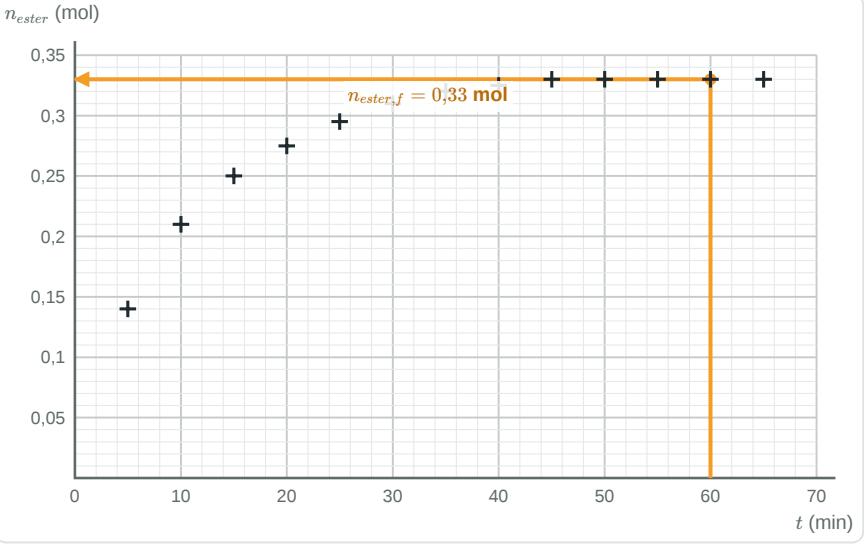
Données utiles $x_{max} = 0{,}50$ mol (Q7)

Sur la figure 2, la quantité d'ester n'évolue plus à partir de 45 min environ : l'état final est atteint, avec $n_{ester,f} = 0{,}33$ mol.

Si la transformation était totale, on obtiendrait $n_{ester,max} = x_{max} = 0{,}50$ mol.

$$r = \frac{n_{ester,f}}{n_{ester,max}} = \frac{0{,}33}{0{,}50} = 0{,}66$$

$r = 0{,}66$, soit $66\ \%$

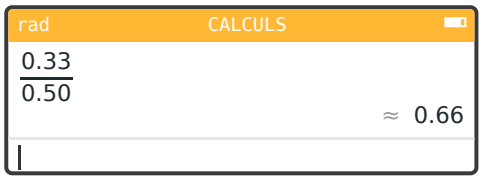


Q8 · Figure 2 du sujet : lecture de la quantité finale d'ester sur le palier

PIÈGE
Lire la valeur à 30 min ($0{,}31$ mol), durée de chauffage citée dans le protocole. Le rendement se calcule avec la quantité finale, lue sur le palier du graphique.

COMPRENDRE
Le rendement est inférieur à $100\ \%$ alors que rien n'est perdu : la transformation est limitée. À l'état final, les quatre espèces coexistent et $Q_r = K$.

À LA CALCULATRICE



Q9 Choisir, en justifiant, la ou les propositions qui améliorent le rendement de la réaction parmi a), b), c) et d).

b) Éliminer l'eau maintient $[H_2O]$ proche de zéro, donc $Q_r < K$ en permanence : la transformation se poursuit dans le sens direct et l'on forme davantage d'ester. Le rendement augmente.

c) Avec un excès d'acide éthanoïque, le dénominateur de Q_r est plus grand : pour atteindre $Q_r = K$, il faut un avancement final plus élevé. Le pentan-1-ol reste limitant, donc x_{max} est inchangé et le rendement augmente.

a) et d) sont écartées : K dépend peu de la température, et un catalyseur ne modifie pas l'état final. Ces deux actions jouent seulement sur la durée de la transformation.

Propositions retenues : **b)** et **c)**.

MÉTHODE
Pour une transformation limitée, deux leviers augmentent le rendement : retirer un produit au fur et à mesure, ou mettre un réactif en excès. Température et catalyseur sont des facteurs cinétiques.