Synthèse de l'arome abricot

Bac S 2007 Antilles-Guyane rattrapage (ancien programme) · Exercice 3 **2,5 points** **Durée conseillée 26 min**

1.1 À partir de la formule du propanoate d'isoamyle, donner la formule semi-développée du composé A.

Un ester $R-COO-R'$ s'obtient à partir de l'acide $R-COOH$ et de l'alcool $R'-OH$. Ici le groupe CH_3-CH_2-CO- vient de l'acide propanoïque ; la chaîne liée à l'oxygène vient de A, qui est donc un alcool.

A : $HO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

MÉTHODE
Pour retrouver les réactifs d'un ester, couper la liaison entre le carbone du groupe $C{=}O$ et l'oxygène voisin : côté $C{=}O$ on ajoute OH (acide), côté oxygène on ajoute H (alcool).

1.2 Préciser le nom systématique du composé A.

Chaîne la plus longue portant le groupe hydroxyle : 4 carbones (butane), numérotée à partir du carbone lié à OH. Groupe OH sur le carbone 1, groupe méthyle sur le carbone 3.

A est le **3-méthylbutan-1-ol**.

PIÈGE
Numéroter la chaîne depuis l'autre extrémité donne « 2-méthylbutan-4-ol » : c'est le groupe hydroxyle qui doit porter le plus petit numéro, pas la ramification.

1.3 Écrire l'équation de la réaction entre le composé A et l'acide propanoïque, en formules semi-développées.

$$CH_3-CH_2-COOH + HO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)_2 \rightleftharpoons CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)_2 + H_2O$$

acide propanoïque + 3-méthylbutan-1-ol $\rightleftharpoons$ propanoate d'isoamyle + eau

PIÈGE
Oublier la molécule d'eau, ou écrire une flèche simple : l'estérification est limitée, l'équation s'écrit avec une double flèche (ou un signe égal).

1.4 Nommer la transformation inverse susceptible de se produire.

L'ester formé peut réagir avec l'eau pour redonner l'acide et l'alcool.

La transformation inverse est l'**hydrolyse** de l'ester.

COMPRENDRE
Estérification et hydrolyse ont lieu en même temps. Quand leurs vitesses sont égales, la composition n'évolue plus : c'est un état d'équilibre, d'où un avancement final inférieur à l'avancement maximal.

1.5 Justifier l'emploi d'un excès d'acide propanoïque.

L'estérification est limitée. Introduire l'un des réactifs en excès déplace l'équilibre dans le sens direct, celui de la formation de l'ester.

L'excès d'acide augmente le taux d'avancement final, donc le rendement par rapport à l'alcool A (réactif limitant).

COMPRENDRE
Avec un excès d'acide, le quotient de réaction initial est plus éloigné de la constante d'équilibre K : le système doit avancer davantage dans le sens direct pour l'atteindre. K, elle, ne change pas.

1.6 Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

L'acide sulfurique est un **catalyseur** : il accélère la transformation sans modifier l'état final du système.

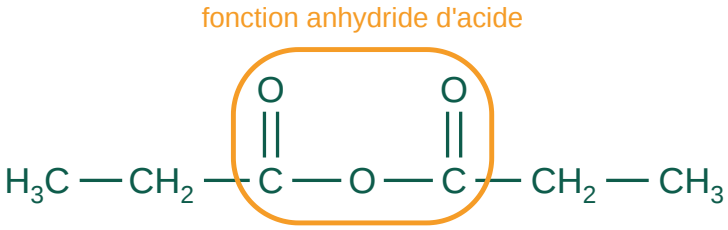
PIÈGE
Écrire que le catalyseur « améliore le rendement ». Il permet d'atteindre plus vite le même état d'équilibre et il accélère autant l'hydrolyse que l'estérification.

2.1 Recopier la formule développée de l'anhydride propanoïque et encercler la fonction anhydride d'acide.

La fonction anhydride d'acide est formée de deux groupes $C{=}O$ reliés par un même atome d'oxygène.

Groupe entouré : $-CO-O-CO-$ (voir la formule ci-dessous).

COMPRENDRE
Un anhydride d'acide correspond à deux molécules d'acide carboxylique qui auraient perdu ensemble une molécule d'eau, d'où son nom (anhydre : sans eau).



2.1 · Anhydride propanoïque : le groupe entouré est la fonction anhydride d'acide

2.2 Écrire l'équation de la réaction modélisant la synthèse n°2.

L'anhydride propanoïque réagit avec l'alcool A ; il se forme l'ester et de l'acide propanoïque :

$$(CH_3-CH_2-CO)_2O + HO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)_2$$
$$\longrightarrow CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)_2 + CH_3-CH_2-COOH$$

anhydride propanoïque + 3-méthylbutan-1-ol $\longrightarrow$ propanoate d'isoamyle + acide propanoïque

PIÈGE
Écrire H_2O parmi les produits par habitude. Avec un anhydride, le second produit est l'acide carboxylique : sans eau formée, pas d'hydrolyse de l'ester possible, d'où la flèche simple.

2.3 Quel est l'intérêt de l'emploi d'un anhydride d'acide ?

Aucune molécule d'eau n'est produite : l'ester ne peut pas être hydrolysé et la transformation n'est pas limitée.

Avec l'anhydride d'acide, la transformation est **totale** et **rapide**, même sans catalyseur.

COMPRENDRE
Les courbes de l'annexe le confirment : la courbe 2 démarre avec une pente plus forte que la courbe 1 et son palier est plus haut.

2.4 À partir de la courbe 2 de l'annexe, déterminer graphiquement l'avancement maximal x_{max} de la transformation.

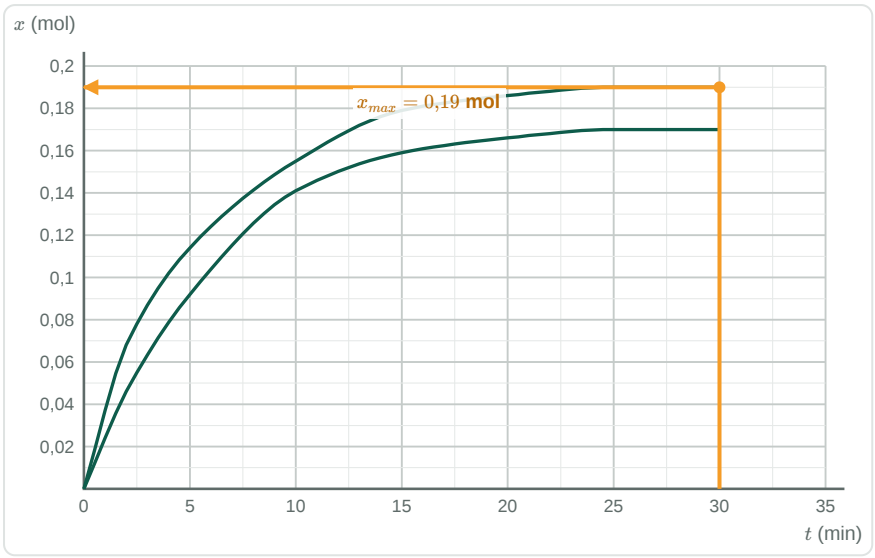
À partir de $t = 25$ min, la courbe 2 présente un palier horizontal : l'avancement n'évolue plus, l'état final est atteint. La transformation n°2 étant totale, $x_f = x_{max}$.

Le palier se trouve sur la ligne en pointillés située entre 0,18 et 0,20 mol.

$x_{max} = 0{,}19$ mol

COMPRENDRE
L'alcool A est le réactif limitant, avec un nombre stœchiométrique égal à 1 : x_{max} est aussi la quantité de A introduite, $n_0(A) = 0{,}19$ mol.

MÉTHODE
Tracer à la règle l'horizontale du palier jusqu'à l'axe des ordonnées et laisser ce trait sur l'annexe rendue. Repérer d'abord l'échelle : ici une ligne tous les 0,01 mol.



2.4 · Annexe complétée : palier de la courbe 2 (courbe du haut)

3 À partir des courbes 1 et 2 de l'annexe, déterminer le rendement de la synthèse n°1.

Données utiles $x_{max} = 0{,}19$ mol (2.4)

Le composé A, réactif limitant, est introduit en même quantité dans les deux synthèses : l'avancement maximal de la synthèse n°1 est aussi $x_{max} = 0{,}19$ mol.

Palier de la courbe 1 : $x_f = 0{,}17$ mol.

Rendement : $\eta = \dfrac{n(\text{ester})_{\text{obtenu}}}{n(\text{ester})_{\text{maximal}}} = \dfrac{x_f}{x_{max}} = \dfrac{0{,}17}{0{,}19} = 0{,}89$

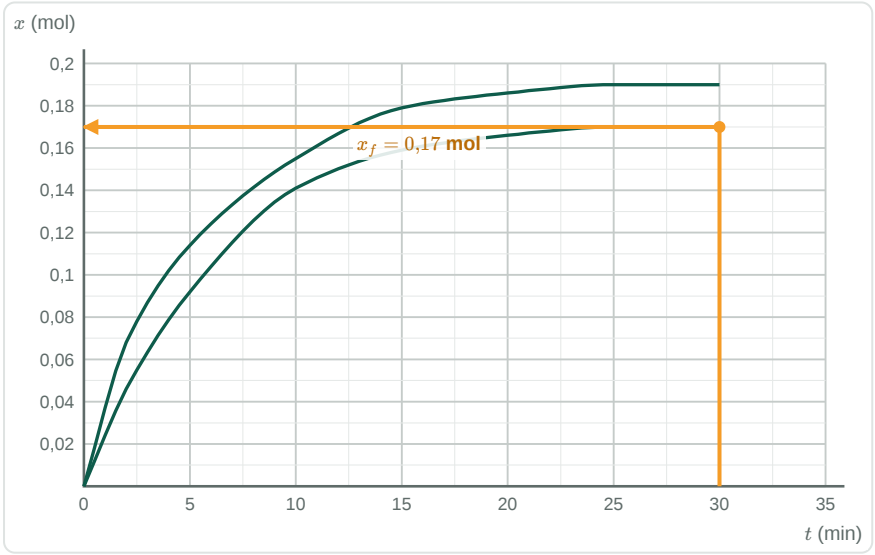
$\eta = 0{,}89$, soit un rendement de 89 % pour la synthèse n°1.

PIÈGE

Chercher x_{max} sur la courbe 1 : son palier donne l'avancement final d'une transformation limitée. C'est la synthèse n°2, totale, qui fournit x_{max}.

COMPRENDRE

Deux chiffres significatifs, comme les deux lectures graphiques. Un rendement est toujours inférieur ou égal à 1 : trouver 1,1 signale que les deux paliers ont été inversés.



3 · Annexe : palier de la courbe 1 (courbe du bas)

À LA CALCULATRICE

