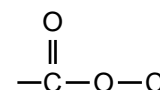


Partie A : Identification des molécules A et B

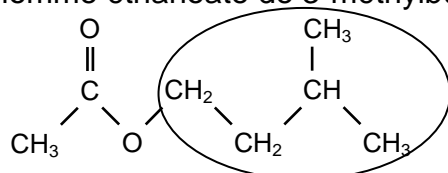
1. Propriétés des molécules A et B.



1.1. (0,25 pt) Dans les deux molécules A et B, on reconnaît le groupe caractéristique ester, la fonction chimique ester y est donc présente.

1.2. La molécule A se nomme éthanoate de 3-méthylbutyle.

(0,25 pt)



Groupe alkyle
nommé 3-méthylbutyle

1.3. (0,5 pt) Les deux molécules ont la même formule brute : $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$, mais des formules semi-développées différentes. Les molécules A et B sont des molécules **isomères**.

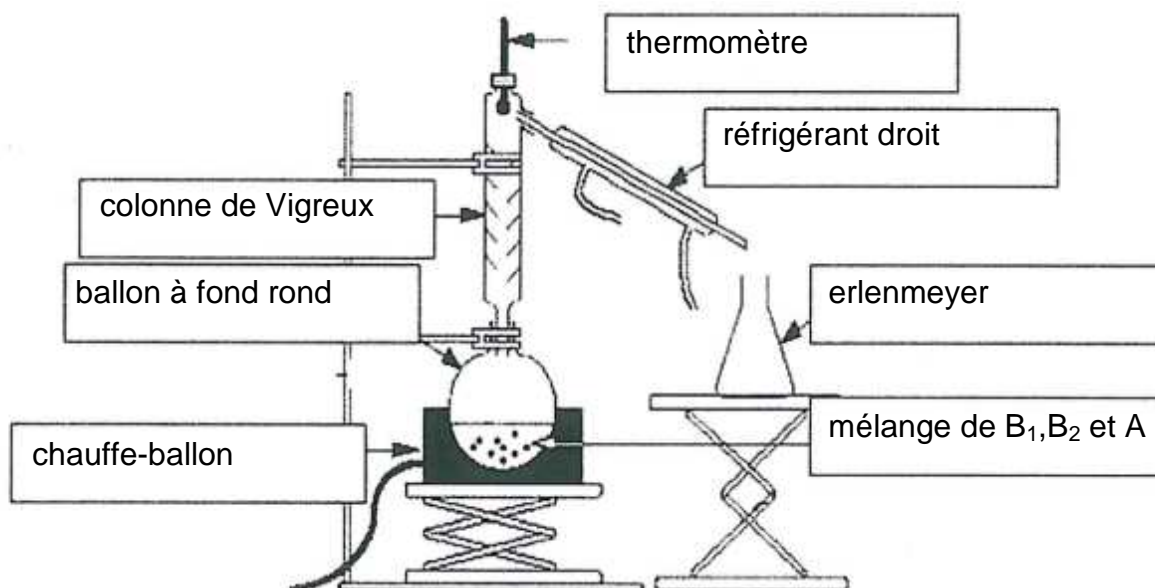
1.4. (0,5 pt) Aucun des atomes de carbone de la molécule A n'est relié à quatre groupes d'atomes différents, donc la molécule A ne présente aucun carbone asymétrique.

1.5. (0,5 pt) Les composés B_1 et B_2 sont images l'un de l'autre dans un miroir plan et ne sont pas superposables. Ce sont des énantiomères.

2. Séparation des molécules A, B_1 et B_2 par distillation fractionnée.

2.1.

(1 pt)



2.2. (0,75 pt) La distillation fractionnée permet de séparer des espèces chimiques dont les températures d'ébullition sont différentes ; ainsi il ne sera pas possible de séparer B_1 de B_2 . Tandis que A peut être séparée de B_1 et B_2 .

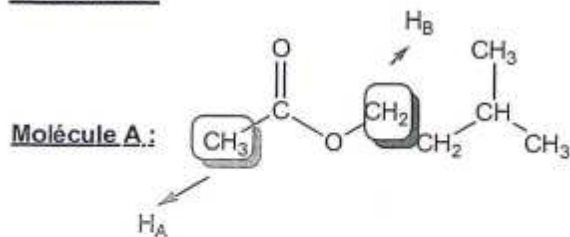
Les stéréoisomères B_1 et B_2 se vaporisent en premier à 133°C . À cette température, A reste dans le ballon.

Remarque : la faible différence entre les températures d'ébullition nécessitera d'utiliser une grande colonne de Vigreux.

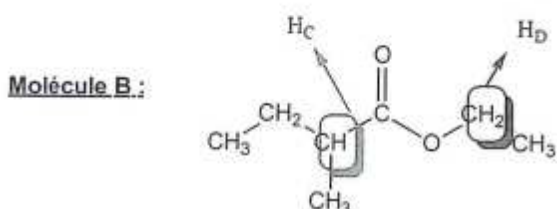
3. Identification des molécules A et B à l'aide de la spectroscopie RMN du proton ^1H .

3.1. (0,5 pt) La multiplicité des signaux dépend du nombre n d'atomes hydrogène portés par les atomes de carbone voisins. Le nombre de pics dans un signal est égal à $n+1$.

ANNEXE 3



Hydrogène	Multiplicité
H_A	Singulet
H_B	Triplet



Hydrogène	Multiplicité
H_C	Hexuplet = Sextuplet
H_D	Quadruplet

3.2. (0,25 pt) Le spectre 1 présente un singulet or aucun atome H de la molécule B ne donne de singulet. Ce spectre 1 correspond à la molécule A.

Le spectre 2 présente un sextuplet de déplacement chimique $\delta \approx 2,4$ ppm qui correspond aux H_C et qui est en conformité avec le tableau de données (CH-COOR).

La molécule B correspond au spectre 2.

Partie B : Synthèse de la molécule A

1. Analyse du protocole.

1.1. L'équation peut s'écrire en formules brutes : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{C}_5\text{H}_{12}\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2 + \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

La conservation des éléments donne

pour C :	$2 + 5 = 7 + x$	donc $x = 0$
pour H :	$4 + 12 = 14 + y$	donc $y = 2$
pour O :	$2 + 1 = 2 + z$	donc $z = 1$.

(0,25 pt) Le produit manquant est de l'eau H_2O .

1.2. (0,25 pt) L'acide sulfurique est un catalyseur. Il permet de réduire la durée de réaction.

1.3. (0,5 pt) La molécule A est moins soluble dans l'eau salée que dans l'eau, et moins soluble dans l'eau froide que dans l'eau à 20°C . Ainsi l'ajout d'eau salée glacée permet d'extraire la molécule A de la phase aqueuse.

1.4. (0,75 pt) Comme expliqué précédemment la molécule A est essentiellement dans la phase organique.

L'eau est essentiellement dans la phase aqueuse.

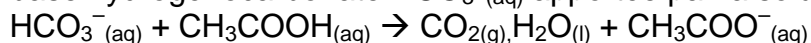
Les ions sont dans la phase aqueuse.

Le 3-méthylbutan-1-ol en excès est dans la phase organique puisqu'il possède une très faible solubilité dans l'eau salée froide.

L'acide éthanoïque, possédant une forte solubilité dans l'eau salée froide, est dans la phase aqueuse.

La phase située au-dessus est la moins dense, il s'agit de la phase organique dont tous les constituants ont des densités inférieures à 1.

1.5. (0,5 pt) L'effervescence est due à la réaction entre l'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ et la base hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ apportée par la solution d'hydrogénocarbonate de sodium.



Du dioxyde de carbone CO_2 gazeux est libéré.

2. Calcul du rendement :

2.1. (1 pt) $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$ donc $\rho = d \cdot \rho_{\text{eau}}$

$m = \rho \cdot V$ donc $m = d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V$

$n = \frac{m}{M}$ finalement $n = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M}$

Quantité de matière de 3-méthylbutan-1-ol :

$n_1 = \frac{0,81 \times 1,00 \times 20,0}{88} = \mathbf{0,18 \text{ mol de 3-méthylbutan-1-ol}}$

Quantité de matière d'acide éthanoïque :

$n_2 = \frac{1,05 \times 1,00 \times 30,0}{60} = \mathbf{0,53 \text{ mol d'acide éthanoïque}}$

2.2. (0,75 pt) D'après l'énoncé, rendement : $r = \frac{n_A}{n_{\text{limitant}}}$

- On a obtenu $V = 18,1 \text{ mL}$ de la molécule A, déterminons la quantité de matière n_A correspondant : d'après 2.1. $n = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M}$

$n_A = \frac{0,87 \times 1,00 \times 18,1}{130} = 0,12 \text{ mol de molécules A.}$

- Déterminons le réactif limitant :

2 méthodes au choix

Méthode 1 : à privilégier quand les coefficients stœchiométriques sont égaux à 1

$n_1 < n_2$ et comme une mole d'acide éthanoïque réagit avec une mole de 3-méthylbutan-1-ol, le réactif limitant est alors le 3-méthylbutan-1-ol.

Méthode 2 : On peut aussi utiliser un tableau d'avancement.

équation chimique		3-méthylbutan-1-ol + acide éthanoïque \rightarrow A + H ₂ O			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	n_1	n_2	0	
En cours de transformation	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	
État final	$x = x_{\text{max}}$	$n_1 - x_{\text{max}}$	$n_2 - x_{\text{max}}$	x_{max}	

Si le 3-méthylbutan-1-ol est limitant, alors $n_1 - x_{\text{max}} = 0$, donc $n_1 = x_{\text{max}}$.

Si l'acide éthanoïque est limitant alors $n_2 - x_{\text{max}} = 0$ donc $n_2 = x_{\text{max}}$.

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur de l'avancement maximal la plus faible ; $n_1 < n_2$ donc il s'agit du 3-méthylbutan-1-ol.

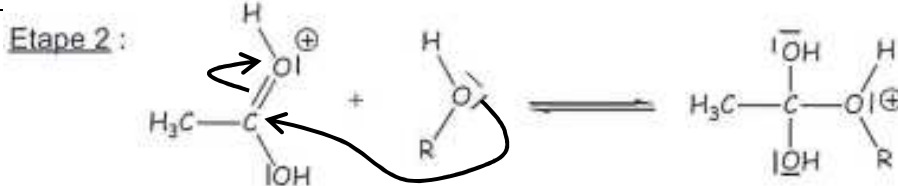
Rendement : $r = \frac{0,12}{0,18} = 0,66 = \mathbf{66 \%}$ *calcul effectué avec n_A et n_1 non arrondies*

3. étude du mécanisme de la réaction d'estérification.

3.1. (0,5 pt) Annexe 4	Substitution	Addition	Élimination
Étape 2		X	
Étape 4			X

3.2.

(0,5 pt)



3.3. (0,5 pt) Le cation H^+ est attaqué par un doublet d'un atome d'oxygène lors de l'étape 1 du mécanisme. Puis ce cation H^+ est libéré en fin de réaction lors de l'étape 5. H^+ est bien un catalyseur, le mécanisme réactionnel confirme qu'il n'intervient pas dans le bilan réactionnel.