

Chimie organique : exercices

Les réactions d'estérification et d'hydrolyse

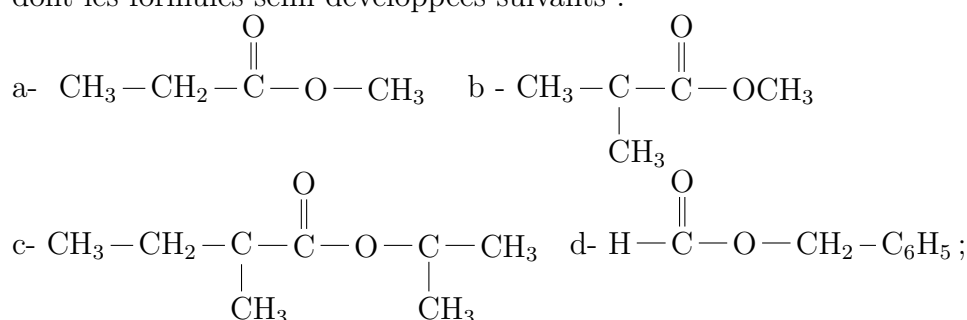
Exercice 1 : QCM

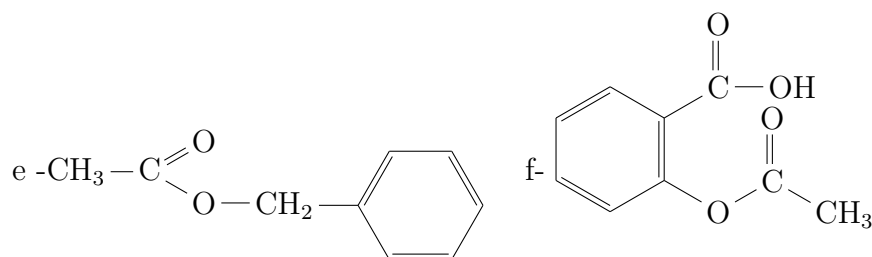
Répondre vrai ou faux . À chaque question peuvent correspondre aucune, une ou plusieurs propositions correctes .

1. Pour augmenter le rendement lors de la synthèse d'un ester :
  - a. on utilise un catalyseur
  - b. on ajoute de la pierre ponce ;
  - c. On peut travailler avec un excès d'alcool
  - d. on chauffe à reflux ;
  - e. on distille l'ester au fur et à mesure de sa formation .
2. On réalise l'hydrolyse du butanoate de méthyle . les produits de l'hydrolyse sont :
  - a. Le butan-1-ol et l'acide méthanoïque
  - b. le butan-2-ol et l'acide méthanoïque ;
  - c. Le méthanol et l'acide butanoïque
3. En chauffe à reflux le mélange de l'exercice précédent :
  - a. On augmente les quantités de matière d'acide et d'alcool obtenues ;
  - b. on atteint plus rapidement l'état d'équilibre ;
  - c. on approche à l'avancement maximal ;
  - d. les quantités d'acide et d'alcool formées sont plus importantes qu'en opérant à température ambiante et la transformation est plus rapide ; Les quantités d'acide et d'alcool formées sont les mêmes qu'en opérant à température ambiante mais la transformation est plus rapide .
4. Au cours d'une estérification , en éliminant l'eau au fur et à mesure :
  - a. On déplace l'équilibre dans le sens de l'estérification ;
  - b. le quotient de réaction  $Q_r$  devient égale à la constante d'équilibre K
  - c. le quotient de réaction  $Q_r$  reste inférieur à la constante d'équilibre K

Exercice 2 :

Écrire la formule de l'acide carboxylique et de l'alcool nécessaires à la préparation des esters dont les formules semi-développées suivants :





### Exercice 3 :

On réalise le chauffage à reflux d'un mélange de 0,40 mol d'acide méthanoïque et de 0,40mol de propan-2-ol . On ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré . Au bout d'une heure , on arrête la réaction et l'on détermine par titrage acido-basique la quantité restante d'acide méthanoïque , soit  $n = 0,18\text{mol}$ .

1. Quel ester obtient-on ?
2. Établir le tableau d'avancement de la réaction étudiée .
3.
  1. Quelle est la valeur de l'avancement à l'équilibre  $x_{eq}$  ?
  2. Exprimer la constante d'équilibre K en fonction de  $x_{eq}$  et la calculer .
4. Calculer le rendement de cette transformation .

### Exercice 4 :

Dans une séance de TP , chaque binôme dispose de 8 tube à essai , surmontés d'un réfrigérant à air , et contenant chacun  $5,9 \times 10^{-3}\text{mol}$  de méthanoate d'éthyle et 10ml d'eau . Les tubes sont placés dans un bain-marie thermostaté à  $40^\circ\text{C}$ . Toutes les 10 minutes , les élèves placent un des tube à essai dans un bain d'eau glacée , puis titrent l'acide formé par une solution aqueuse de soude de concentration  $c_b = 0,50\text{mol/l}$ , en présence de phénolphtaléine .

Les résultats obtenus sont les suivants ( $V_{equiv}$  est la valeur du volume de soude versé à l'équivalence )

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	90	100
$V_{equiv}(\text{mL})$	0	2.1	3.7	5.0	6.1	7.0	7.7	8.9	9.4

1. Écrire la formule semi-développée du méthanoate d'éthyle. On écrit en vert le groupe caractéristique. À quelle famille cette espèce chimique appartient-elle ?
  2.
    1. Donner le nom de la réaction chimique en jeu dans les tubes à essai et les caractéristique de la transformation associée .
    2. Écrire l'équation chimique correspondante
  3.
    1. À l'aide d'un tableau d'avancement , déterminer la quantité de matière  $n_a$  d'acide présent à l'instant t, en fonction de  $V_{quiv}$
    2. En déduire la valeur de l'avancement  $x$  de la réaction à chaque instant t.
  4.
    1. Tracer le graphe de la fonction  $x = f(t)$
    2. Quelle est la valeur du rendement de la transformation et pourquoi est-il élevé ?
- Donner : Masse volumique de l'eau  $\rho(H_2O) = 1,0\text{g/m}^3$  ; masse molaire de l'eau  $18\text{mol/l}$

**Exercice 5 :**

On réalise la synthèse d'un ester E , à odeur de rhum, en faisant réagir en présence de quelque goutte d'acide sulfurique , 9,20 g d'acide méthanoïque A avec 11,5 g d'éthanol B . Après distillation , on recueille une masse  $m_{exp} = 6,95g$  de E.

1. Écrire les formules semi-développées des espèces A, B et E . En déduire l'équation de la réaction mise en jeu .

2. Déterminer le réactif limitant de cette synthèse .

3. Définir, puis calculer, le rendement de cette synthèse .

**Données :** masses molaires en g/mol ;  $M(A) = 46$ ;  $M(B) = 46$ ;  $M(E) = 74$

**Exercice 6 :**

On hydrolyse une masse  $m_i = 22,5g$  d'un ester E . En fin de réaction , on obtient un mélange d'acide éthanoïque noté A et de propan-1-ol, noté P .

Après séparation, on obtient une masse  $m' = 2,70g$  d'acide éthanoïque .

1. Écrire les formules semi-développées des espèces A et P . En déduire celle de E .

2. Écrire l'équation de cette hydrolyse .

3. Calculer le pourcentage d'ester hydrolysé.

**Exercice 7 :**

À  $25^{\circ}C$  et en présence des ions  $H^+$  , on fait réagir un volume  $V_A = 20,0ml$  d'acide éthanoïque et un volume  $V_M = 15,0ml$  de méthanol .

Quelle quantité d'ester obtient-on lorsque la réaction atteint l'état d'équilibre ?

Données : à  $25^{\circ}C$

\* La constante d'équilibre de la réaction d'estérification est  $K = 4,00$

\* La masse volumique de l'acide éthanoïque  $\rho_A = 1,044g/ml$

\* La masse volumique du méthanol  $\rho_M = 0,79g/ml$

**Exercice 8 :**

Afin d'identifier un ester E de formule brute  $C_xH_yO_2$  on réalise son analyse ; celle-ci fournit les pourcentages massiques suivants : 58,8% de carbone , 31,4% d'oxygène et 9,8% d'hydrogène.

1. Déterminer x et y

2. On réalise l'hydrolyse de E et on isole l'acide A issu de cette hydrolyse . On prépare une solution à  $5,00g/l$  de l'acide carboxylique A ainsi obtenu. On dose  $10,0ml$  de cette solution par une solution de soude de concentration  $6,00 \times 10^{-2}mol/l$ . En déduire :

2. 1. La masse molaire de A puis sa formule et son nom

2. 2. La formule et le nom de E

**Exercice 9 :**

Le but de cet exercice est d'étudier l'estérification de l'acide éthanoïque avec l'éthanol et de quantifier le rôle des proportions en réactifs sur le rendement .

1.

1. 1. Écrire à l'aide des formules semi-développées, l'équation de la réaction d'estérification étudiée.

1. 2. nommer l'ester obtenu

2. On considère dans un premier temps un mélange équimolaire de  $n_1 = 1,0 \text{ mol}$  d'acide et  $n_2 = 1,0 \text{ mol}$  d'alcool. À la fin de la réaction, on montre par dosage qu'il reste une quantité de matière de  $0,33 \text{ mol}$  d'acide.

2. 1. En utilisant la loi d'équilibre, exprimer la constante d'équilibre  $K$ , associée à l'équation de la réaction.

2. 2. Montrer que sa valeur est proche de  $4,0$ .

2. 3. Calculer le rendement de la réaction d'estérification dans ces conditions

3. On suppose à présent que le mélange n'est pas stœchiométrique. On fait alors réagir  $n_1 = 1,0 \text{ mol}$  d'acide et  $n_2 = 2,0 \text{ mol}$  d'alcool.

3. 1. La réaction d'estérification est athermique. Que signifie ce terme? Quelle est la conséquence sur la valeur de la constante d'équilibre  $K$ ?

3. 2. Montrer que l'avancement à l'équilibre  $x_{eq}$  obéit à l'équation :

$$(K - 1)x_{eq}^2 - K(n_1 + n_2)x_{eq} + n_1n_2K = 0$$

3. 3. Déterminer la valeur de  $x_{eq}$

3. 4. En déduire le rendement de l'estérification.

4. comparer les deux rendements calculés. Conclure.

### Exercice 10 :

On mélange dans les proportions stœchiométriques  $2,00 \text{ mol}$  de méthanol  $\text{CH}_3 - \text{OH}$  et  $2,00 \text{ mol}$  d'acide méthanoïque  $\text{HCOOH}$  dans un ballon dans lequel on ajoute de l'acide sulfurique concentré et des billes de verre.

On réalise une distillation du mélange réactionnel pendant  $t = 30 \text{ min}$ . Le distillat recueilli a une masse  $m = 116 \text{ g}$  et une odeur de fruits.

1. Écrire la formule de l'ester formé. Le nommer.

2. Écrire l'équation de l'estérification. Donner ses caractéristiques.

3. Schématiser et légender l'opération de distillation. À quoi sert le réfrigérant à eau?

4. Calculer le rendement de la réaction.

5. Expliquer la valeur élevée de ce rendement. Cela est-il en contradiction avec la question 2.?

Données :

$$M(C) = 12,0 \text{ g/mol}; M(O) = 16,0 \text{ g/mol}; M(H) = 1,00 \text{ g/mol}$$

	Méthanol	Acide méthanoïque	Eau	Ester
T ébullition ( $^{\circ}\text{C}$ )	65	100,7	100	31,5