BURHAN

Réactions d'estérification et d'hydrolyse : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/esterification-et-hydrolyse/exercices/application

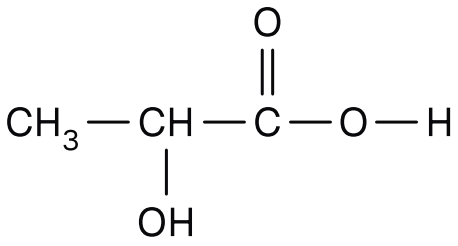
Chapitre	Palier	Exercices
Réactions d'estérification et d'hydrolyse	Application	8

Exercice 1

Groupes de l'acide lactique et familles d'espèces

L'acide lactique se forme dans les muscles pendant un effort intense, et dans le lait qui tourne. Sa formule semi-développée est représentée ci-dessous.

Masses molaires atomiques : $M(\mathrm{H}) = 1{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$; $M(\mathrm{C}) = 12{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$; $M(\mathrm{O}) = 16{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.



Formule semi-développée de l'acide lactique.

1.

Nommer les deux groupes caractéristiques présents dans cette molécule et indiquer l'atome de carbone qui porte chacun d'eux.

INDICE

Pour chaque atome d'oxygène, regardez le carbone auquel il est lié et cherchez si ce carbone porte aussi une double liaison avec un oxygène.

2.

Indiquer la famille de chacune des espèces suivantes :

- (a) $\mathrm{CH_3-CH_2-CH_2-OH}$;
- (b) $\mathrm{CH_3-COO-CH_3}$;
- (c) $\mathrm{CH_3-CH_2-CO-O-CO-CH_2-CH_3}$.

INDICE

Dans chaque formule, repérez les atomes d'oxygène et les atomes auxquels ils sont reliés.

3.

Écrire la formule brute de l'acide lactique, puis calculer sa masse molaire moléculaire.

INDICE

Comptez les atomes de chaque élément sur la formule dessinée, sans oublier ceux des groupes condensés.

Exercice 2

Nommer trois esters et écrire celui de la pomme

1.

Nommer les esters suivants :

- (a) $\mathrm{H-COO-CH_3}$;
- (b) $\mathrm{CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_3}$;
- (c) $\mathrm{CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH_3}$.

INDICE

Séparez la partie qui provient de l'acide de celle qui provient de l'alcool, au niveau de l'oxygène qui ne porte que des liaisons simples.

2.

Écrire la formule semi-développée du butanoate de méthyle, ester à l'odeur de pomme.

INDICE

Le premier terme du nom donne le nombre d'atomes de carbone de la partie acide, carbone du groupe ester compris.

Exercice 3

Acide et alcool du méthanoate de butyle

Le méthanoate de butyle a pour formule semi-développée $\mathrm{H-COO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3}$.

Masses molaires atomiques : $M(\mathrm{H}) = 1{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$; $M(\mathrm{C}) = 12{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$; $M(\mathrm{O}) = 16{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.

1.

Écrire les formules semi-développées et les noms de l'acide carboxylique et de l'alcool dont dérive cet ester.

INDICE

Coupez la liaison simple entre l'oxygène du groupe ester et la chaîne qui le suit, puis complétez chacun des deux morceaux.

2.

Déterminer la formule brute du méthanoate de butyle et calculer sa masse molaire moléculaire.

INDICE

Additionnez les atomes de chaque élément le long de la formule, puis utilisez les masses molaires atomiques.

3.

Le butanoate de méthyle $\mathrm{CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_3}$ a la même formule brute. Nommer l'acide et l'alcool dont il dérive, puis conclure.

INDICE

Appliquez la même coupure à cette seconde formule et comparez les morceaux obtenus aux précédents.

Exercice 4

Équation de formation de l'éthanoate de méthyle

On fait réagir l'acide éthanoïque $\mathrm{CH_3-COOH}$ avec le méthanol $\mathrm{CH_3-OH}$, deux liquides mélangés sans solvant.

1.

Écrire l'équation de la réaction avec des formules semi-développées et nommer l'ester formé.

INDICE

Quelle petite molécule les groupes caractéristiques des deux réactifs libèrent-ils en se liant ?

2.

Vérifier que l'équation conserve les éléments carbone, hydrogène et oxygène.

INDICE

Écrivez la formule brute de chaque espèce, puis additionnez les atomes de chaque membre.

3.

Nommer la réaction qui se produit dans le sens inverse de l'équation et indiquer ses réactifs.

INDICE

Lisez l'équation de droite à gauche : quelles espèces réagissent alors ensemble ?

Exercice 5

Volumes prélevés, quantités initiales et réactif limitant

Au laboratoire, on prélève à la pipette graduée $V_1 = 12{,}0\,\mathrm{mL}$ d'acide propanoïque et $V_2 = 25{,}0\,\mathrm{mL}$ de butan-1-ol, que l'on verse dans un ballon. L'estérification forme un ester et de l'eau.

Espèce	masse volumique	masse molaire
acide propanoïque	$0{,}990\,\mathrm{g\cdot mL^{-1}}$	$74{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$
butan-1-ol	$0{,}810\,\mathrm{g\cdot mL^{-1}}$	$74{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$

1.

Calculer les quantités de matière initiales n_1 d'acide et n_2 d'alcool.

INDICE

Pour un liquide pur, la masse prélevée se déduit du volume et de la masse volumique.

2.

Dresser le tableau d'avancement de l'estérification, identifier le réactif limitant et donner l'avancement maximal $x_{\max}$.

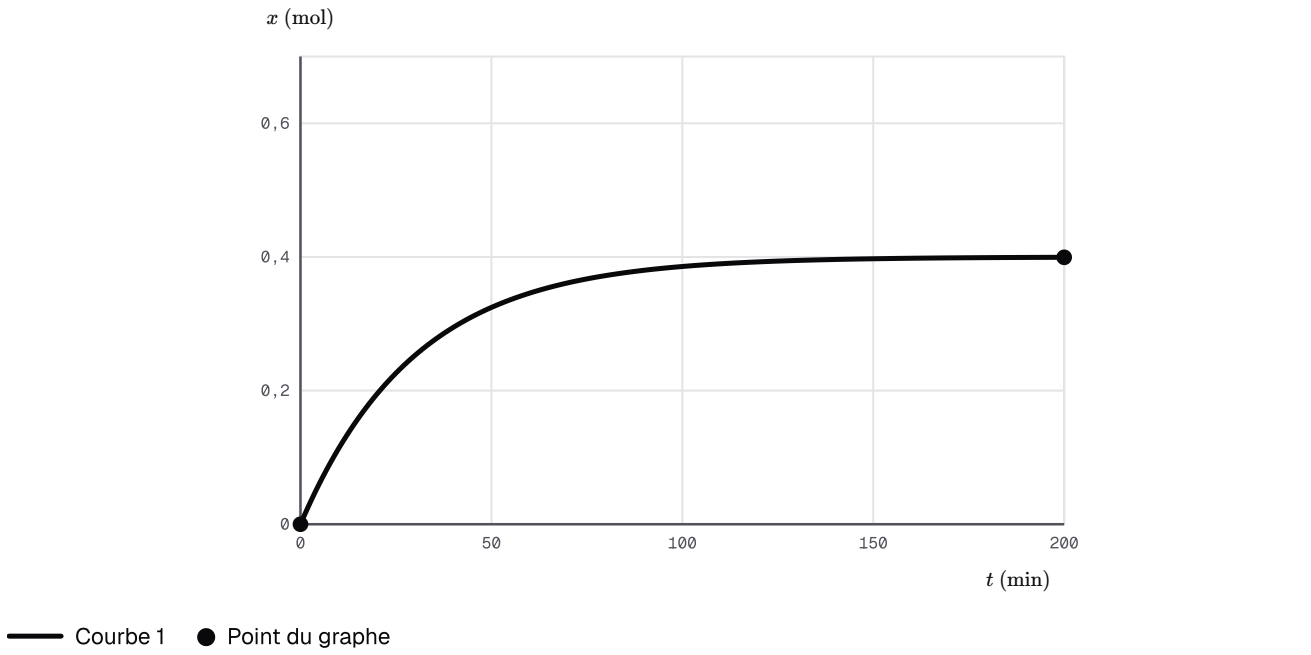
INDICE

Le réactif limitant est celui qui disparaîtrait le premier si la réaction était totale.

Exercice 6

Lire l'avancement final sur une courbe de suivi

On chauffe à reflux un mélange de $0{,}600\,\text{mol}$ d'acide propanoïque et de $0{,}600\,\text{mol}$ de méthanol, additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Des prélèvements titrés à différentes dates ont permis de tracer l'avancement x de l'estérification en fonction du temps.



Avancement de l'estérification en fonction du temps : courbe modèle ajustée aux mesures du suivi par titrage.

1.

Dresser le tableau d'avancement et donner l'avancement maximal $x_{\max}$.

INDICE

Le mélange est équimolaire : les deux réactifs seraient épuisés ensemble si la réaction était totale.

2.

Lire sur la courbe l'avancement final x_f.

INDICE

L'avancement final correspond au palier atteint par la courbe aux grandes dates.

3.

Calculer le taux d'avancement final τ et conclure sur le caractère de la réaction.

INDICE

Comparez l'avancement lu sur la courbe à l'avancement maximal calculé.

Exercice 7

Hydrolyse et quotient de réaction du méthanoate d'éthyle

La constante d'équilibre associée à l'estérification de l'acide méthanoïque par l'éthanol, qui forme le méthanoate d'éthyle et l'eau, vaut $K = 4$.

1.

Calculer la constante d'équilibre K' associée à l'hydrolyse du méthanoate d'éthyle.

INDICE

L'équation de l'hydrolyse échange les réactifs et les produits de l'estérification.

2.

Un mélange contient $0{,}240\,\text{mol}$ d'acide méthanoïque, $0{,}300\,\text{mol}$ d'éthanol, $0{,}120\,\text{mol}$ de méthanoate d'éthyle et $0{,}120\,\text{mol}$ d'eau. Calculer le quotient de réaction $Q_{r,i}$ de l'estérification dans cet état.

INDICE

Écrivez le quotient avec les quantités de matière, sans oublier l'eau, qui est un produit de la réaction.

3.

Prévoir le sens d'évolution spontanée de ce mélange.

INDICE

Rappelez le critère d'évolution spontanée, puis comparez les deux valeurs.

Exercice 8

Effets d'un catalyseur, d'un chauffage et d'un excès d'alcool

On prépare un ester à l'odeur fruitée en mélangeant, à température ambiante, des quantités égales d'acide butanoïque et d'éthanol, sans autre espèce. Le taux d'avancement final vaut alors environ $0{,}67$, mais il n'est atteint qu'après plusieurs mois.

1.

On recommence en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Prévoir l'effet de cet ajout sur la durée nécessaire pour atteindre l'état final et sur le taux d'avancement final.

INDICE

Demandez-vous quel rôle jouent les ions oxonium apportés par cet acide, et ce qu'un tel rôle peut modifier.

2.

On chauffe le mélange initial à reflux, sans catalyseur. Prévoir l'effet du chauffage sur la vitesse de la réaction et sur l'état final.

INDICE

Séparez ce que la température change pour la vitesse et ce qu'elle change pour l'équilibre d'une estérification.

3.

On mélange cette fois l'acide butanoïque avec un large excès d'éthanol. Prévoir l'effet sur le taux d'avancement final, calculé par rapport à l'acide.

INDICE

Comparez le quotient de réaction de ce nouveau mélange à celui du mélange équimolaire, pour un même avancement.