

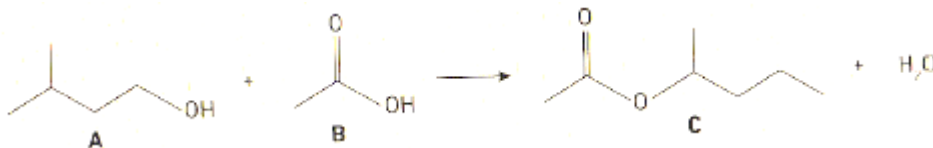
Espèces mises en jeux dans une synthèse - Correction

Exercice 01 : Analyser le rôle des espèces et des paramètres expérimentaux

L'éthanoate de 3-méthylbutyle

C (un ester très utilisé en tant qu'arôme artificiel en raison de son odeur de banane) peut être

synthétisé à partir de l'alcool isoamylique **A** et de l'acide éthanoïque **B** selon le protocole décrit ci-contre.



« Dans un ballon, introduire successivement un volume $V_A = 10$ mL d'alcool isoamylique, $V_B = 30$ mL d'acide éthanoïque pur, quelques grains de pierre ponce et 1 mL d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré. Adapter un réfrigérant et porter le mélange au reflux pendant 40 min. couper ensuite le chauffage et laisser refroidir le ballon.

Verser lentement dans le ballon 50 mL d'une solution aqueuse glacée et saturée de chlorure de sodium ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$). Agiter et transvaser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter. Agiter l'ampoule, laisser décanter puis éliminer la phase aqueuse. Laver la phase organique avec 30 mL d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, puis avec 30 mL d'une solution aqueuse saturée d'hydrogénocarbonate de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$), en éliminant les phases aqueuses après chaque décantation. Recueillir la phase organique, la sécher sur sulfate de magnésium anhydre (MgSO_4), et la filtrer. Distiller le filtrat, en recueillant le distillat lorsque la température en tête de colonne se stabilise vers 142°C . ».

Données :

Espèce chimique	Alcool A	Acide B	Ester C
Masse molaire M (g.mol^{-1})	88	60	130
Masse volumique ρ (g.mol^{-1})	0,81	1,05	0,87

1. Préciser le rôle joué par les différentes espèces mises en jeu dans la synthèse.

Les réactifs sont l'alcool isoamylique et l'acide éthanoïque. Les produits sont l'ester et l'eau.

L'acide sulfurique n'intervient pas dans l'équation-bilan et est introduit en très faible quantité par rapport aux autres espèces : c'est un catalyseur, qui permet d'augmenter la vitesse de la synthèse.

2. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs. Quel est le réactif limitant ?

Calcul des quantités de matière initiales des différents réactifs (liquides) :

$$n_A = \frac{\rho_A V_A}{M_A} = 9,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \text{et} \quad n_B = \frac{\rho_B V_B}{M_B} = 0,53 \text{ mol}$$

Pour déterminer le réactif limitant, il faut comparer le rapport quantité de matière initiale sur le coefficient stœchiométrique des deux réactifs. Or, on constate que :

$$\frac{n_A}{1} = 9,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} < \frac{n_B}{1} = 0,53 \text{ mol}$$

L'alcool isoamylique **A** est donc le réactif limitant de la synthèse.

3. Calculer la masse d'ester **C** attendue dans l'hypothèse où tout l'alcool isoamylique a réagi. En déduire le rendement de cette synthèse, sachant que l'on recueille 9,5 g d'ester.

Pour déterminer la masse m_C d'ester attendue, il faut d'abord évaluer l'avancement final x_f dans l'hypothèse où tout l'alcool isoamylique (réactif limitant) a été consommé (réaction totale). Ainsi si la quantité de matière de **A** s'annule dans l'état final :

$$n_A - 1 \times x_f = 0, \quad \text{donc :} \quad x_f = n_A = 9,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

On attend alors $n_C = 1 \times x_f = n_A$ mol d'ester **C**. soit une masse $m_C = x_f M_C = n_A M_C = 12 \text{ g}$.

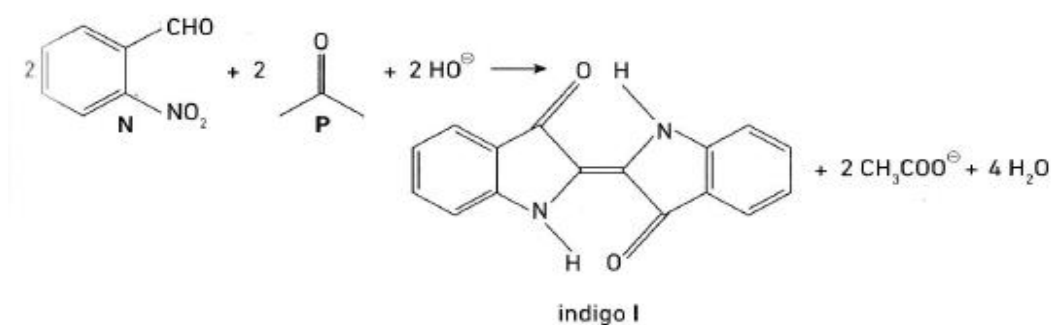
Le rendement est donné par : $r = \frac{\text{masse}_{\text{obtenue}}}{\text{masse}_{\text{attendue}}} \times 100 = \frac{9,5}{12} \times 100 = 79 \%$.

4. Pourquoi chauffe-t-on le mélange réactionnel durant 40 min ?

Le chauffage du mélange réactionnel permet ici d'atteindre plus rapidement l'état final, car la température est un facteur cinétique. On attend 40 min car la réaction de formation de l'ester n'est pas instantanée.

Exercice 02 : Synthèse de l'indigo

La première synthèse de l'indigo I, un colorant utilisé dans l'industrie textile, a été réalisée en 1882 selon le protocole donné ci-après.



« Dissoudre 1,0 g de 2-nitrobenzaldéhyde **N** dans 20 mL de propanone **P** (liquide de densité 0,783). En agitant vigoureusement, ajouter lentement 30 mL d'eau distillée et 5,0 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) à la concentration $C = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$. Poursuivre l'agitation durant cinq minutes, puis filtrer le solide obtenu sur Büchner. Le rincer avec de l'eau jusqu'à ce que les eaux de lavage soient incolores, puis avec de l'éthanol. Maintenir l'aspiration durant dix minutes, puis sécher le solide dans une étuve portée à 120 °C. ».

Données :

Espèce chimique	N	P	I
Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	151	58	262
Solubilité dans l'eau	Très faible	Infinie	Nulle
Solubilité dans l'éthanol	Grande	Infinie	Nulle
Solubilité dans la propanone	Grande	-	Nulle
Masse volumique de l'eau (g. mL ⁻¹)	1		
L'hydroxyde de sodium est une base forte.			

1. Peut-on considérer les ions HO^- comme un catalyseur ?

Les ions HO^- figurent dans le membre gauche de l'équation-bilan. Ils sont consommés sans être régénérés et ne sont donc pas un catalyseur.

2. Quel(s) rôle(s) joue la propanone dans cette synthèse ?

La propanone joue à la fois le rôle de réactif, car elle intervient dans l'équation-bilan, et de solvant, car elle permet de dissoudre le 2-nitrobenzaldéhyde qui n'est pas soluble dans l'eau seule.

3. Déterminer le réactif limitant.

On calcule les quantités de matière initiales des différents réactifs.

Pour 2-nitrobenzaldéhyde **N** (solide) : $n_N = \frac{m_N}{M_N} = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Pour la propanone **P** (liquide) : $n_P = \frac{\rho_P V_P}{M_P} = \frac{\rho_{\text{eau}} d_P V_P}{M_P} = 0,27 \text{ mol}$

Pour les ions HO^- (en solution aqueuse) : $n_{\text{HO}^-} = CV = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Pour déterminer le réactif limitant, il faut comparer le rapport quantité de matière initiale sur le coefficient stœchiométrique des deux réactifs. Or, on constate que :

$$\frac{n_N}{2} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} < \frac{n_{HO^-}}{2} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} < \frac{n_P}{2} = 0,14 \text{ mol}$$

Le 2-nitrobenzaldéhyde **N** est donc le réactif limitant de la synthèse.

4. Quel est le rôle de la filtration sur Büchner ? Des lavages à l'eau et à l'éthanol ?

Grâce à la filtration sur Büchner, on isole l'indigo qui est la seule espèce solide insoluble. Par ailleurs, les lavages à l'eau et à l'éthanol permettent d'éliminer les dernières traces des réactifs en excès ainsi que les autres produits.

5. Max réalise cette synthèse lors d'une séance de travaux pratiques et obtient 680 mg d'indigo. Quel rendement peut-il annoncer ?

Dans l'hypothèse où le réactif limitant est intégralement transformé en indigo **I** (réaction totale), la quantité de matière de **N** s'annule dans l'état final et l'avancement x_f est donné par :

$$n_N - 2 x_f = 0, \quad \text{donc :} \quad x_f = \frac{n_N}{2} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

On attend alors $n_I = 1 \times x_f = \frac{n_N}{2}$ mol d'indigo **I**. Soit une masse $m_I = x_f M_I = \frac{n_N M_I}{2} = 0,87 \text{ g}$.

Le rendement est donné par :

$$r = \frac{\text{masse}_{\text{obtenue}}}{\text{masse}_{\text{attendue}}} \times 100 = \frac{0,68}{0,87} \times 100 = 78 \, \%.$$

Ce document PDF gratuit à imprimer est issu de la page :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Espèces mises en jeux dans une synthèse - PDF à imprimer](#)

Le lien ci-dessous vous permet de télécharger cet exercice avec un énoncé vierge

- [Synthèse - Espèces mises en jeux - Terminale - Exercices corrigés](#)

Les exercices des catégories suivantes pourraient également vous intéresser :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Chimie durable, respect de l'environnement - PDF à imprimer](#)
- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Sélectivité en chimie organique - PDF à imprimer](#)
- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Techniques utilisées lors d'une synthèse - PDF à imprimer](#)

Besoin d'approfondir en : Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Espèces mises en jeux

- [Cours Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Espèces mises en jeux dans une synthèse](#)
- [Vidéos pédagogiques Terminale Physique - Chimie : Chimie Synthèse organique Espèces mises en jeux dans une synthèse](#)