**Bac 2023 Centres étrangers 1 Jour 2** [**https://labolycee.org**](https://labolycee.org)

**EXERCICE 3 (4,5 points)**

**L’acétanilide, médicament antipyrétique**

L’acétanilide est un composé organique, solide, blanc, obtenu par l’action de l’anhydride éthanoïque (CH3CO)2O sur l’aniline C6H5NH2, et utilisé en pharmacologie. Sa formule semi-développée est donnée **figure 1** ci-dessous.



**Figure 1 - Formule semi-développée de l’acétanilide**

Cette molécule est obtenue selon la réaction d’équation :

(CH3CO)2O + C6H5NH2 ⇄ CH3-CO-NH-C6H5 + CH3CO2H **(équation 1)**

Le but de l’exercice est d’étudier trois protocoles expérimentaux afin de déterminer les conditions optimales d’obtention de l’acétanilide CH3-CO-NH-C6H5.

Pour simplifier, les différents composés sont notés par des lettres :

A = (CH3CO)2O anhydride éthanoïque C = CH3-CO-NH-C6H5 acétanilide

B = C6H5NH2 aniline D = CH3CO2H acide éthanoïque

**Données**

* Masse volumique de l’anhydride éthanoïque : *ρ*A = 1,08 g·mL-1
* Masse molaire de l’anhydride éthanoïque : *M*A = 102,09 g·mol-1
* Masse volumique de l’aniline : *ρ*B = 1,02 g·mL-1
* Masse molaire de l’aniline : *M*B = 93,13 g·mol-1
* Masse molaire de l’acétanilide : *M*C = 135,17 g·mol-1
* Nombres d’onde et allure des bandes d’absorption de quelques liaisons :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Liaisons | Nombre d’onde (cm-1) | Intensité bande(s) |
| O-H (alcool) | 3200-3400 | Forte et large |
| C=O (aldéhyde) | 1720-1740 | Forte et fine |
| C=O (cétone) | 1705-1725 | Forte et fine |
| C=O (amide) | 1650-1700 | Intense |
| C=O (ester) | 1700-1740 | Forte et fine |
| C-O (alcool-acide-ester) | 1050-1450 | Forte |
| N-H (amide) | 3100-3500 | Forte |

**La molécule d’acétanilide**

**1.** Représenter la formule topologique de l’acétanilide. Identifier la famille fonctionnelle à laquelle l’acétanilide appartient parmi les suivantes : alcool, aldéhyde, cétone, amide, ester.

**2.** Montrer que le spectre infrarouge de l’acétanilide (**figure 2** ci-dessous) permet de confirmer que l’acétanilide appartient bien à cette famille fonctionnelle.



**Figure 2 - Spectre infrarouge de l’acétanilide**

**Protocoles expérimentaux**

On met en œuvre trois protocoles expérimentaux différents, présentés **figure 3** ci-dessous, afin d’étudier les conditions optimales de synthèse de l’acétanilide.

Les réactifs sont introduits dans un ballon adapté aux montages des protocoles 1, 2 ou 3.

Après une vingtaine de minutes, le mélange est refroidi dans un bain d’eau glacée afin de faire précipiter le produit C obtenu.

On filtre ensuite le mélange, on le rince à l’eau distillée, puis les cristaux obtenus sont séchés à l’étuve. On pèse ensuite le produit C.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Numéro du protocole | **1** | **2** | **3** |
| Montage utilisé | Chauffage à reflux | Chauffage à refluxadapté d’un montageDEAN-STARK\* | Chauffage à reflux |
| Volume du réactif **A** (mL)(CH3CO)2O | 15,0 | 15,0 | 30,0 |
| Volume du réactif **B** (mL)C6H5NH2 | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| Masse *mC* du produit **C** (g)CH3-CO-NH-C6H5 | 10,7 | 21,4 | 14,3 |
| Rendement *r* |  | 1,0 | 0,67 |

**Figure 3 – Récapitulatif des différents protocoles**

(\*) Un montage DEAN-STARK est un montage qui permet d’éliminer un produit au cours de sa formation.

**Étude du protocole 1**

**3.** Montrer que, dans le cas du protocole **1**, les réactifs sont introduits dans le ballon en proportions stœchiométriques.

La constante d’équilibre *K* associée à l’**équation 1** a pour valeur *K* = 1,0 à la température de l’expérience.

Par ailleurs, on admet que, dans les conditions de l’expérience, le quotient de réaction *QR*(*x*) s’écrit, pour un avancement *x* donné :

$$Q\_{R}\left(x\right) = \frac{n(C) ×n(D)}{n(A) × n(B)}$$

*n*(X) désigne la quantité de matière (en mol) de l’espèce X.

**4.** Donner la valeur du quotient de réaction initial, *QR*(*x* = 0), pour le protocole **1**.

**5.** En déduire le sens d’évolution spontanée de la réaction chimique d’**équation 1**.

**6.** Recopier et compléter le tableau d’avancement de la réaction de formation de l’acétanilide.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Avancement *x* | (CH3CO)2O + C6H5NH2 ⇄ CH3-CO-NH-C6H5 + CH3CO2H |
| État initial | *x* = 0 | *n*(A)*i* | *n*(B)*i* | 0 | 0 |
| État final | *x f* |  |  |  |  |

**7.** Déterminer la masse maximale théorique *mmax* de produit C qui serait obtenue si la réaction était totale pour le protocole **1**.

**8.** Exprimer le rendement *r* de la réaction pour le protocole **1** en fonction de *mC* (voir **figure 3**) et de *mmax*. Calculer sa valeur.

**9.** Exprimer le quotient de réaction *QR*(*x* = *xf*) à l’état final pour le protocole **1** en fonction de l’avancement final *xf*.

**10.** Calculer la valeur de *QR*(*x* = *xf*) et, à partir de cette valeur, indiquer si l’état d’équilibre est atteint.

**Les protocoles 2 et 3**

**11.** Expliquer pourquoi la mise en œuvre des protocoles **2** et **3** permet d’optimiser le rendement.

**Bilan**

**12.** Indiquer le protocole le plus intéressant parmi les trois en justifiant.