

## 64 Synthèse de l'indigo

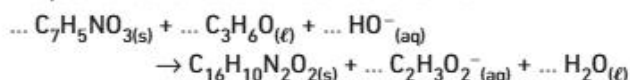


L'indigo est un pigment bleu qui, avant le XIX<sup>e</sup> siècle, était obtenu par extraction de l'indigotier et était assez onéreux.

En 1882, le chimiste allemand von Baeyer mit au point un procédé de synthèse de l'indigo qui permit d'en produire en bien plus grande quantité de sorte qu'il est devenu un pigment courant.

Ce procédé permet de préparer l'indigo  $C_{16}H_{10}N_2O_2$  à partir de 2-nitrobenzaldéhyde  $C_7H_5NO_3$  et d'acétone  $C_3H_6O$  en milieu basique.

L'équation de la réaction est de la forme :



Au laboratoire, on dissout une masse  $m_1 = 1,0$  g de 2-nitrobenzaldéhyde dans un volume  $V_2 = 10$  mL d'acétone, puis on ajoute un volume  $V_3 = 4,0$  mL d'une solution d'hydroxyde de sodium ( $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ) à la concentration  $c_3 = 2,0$  mol·L<sup>-1</sup>. En quelques secondes, un précipité d'indigo apparaît.

## Données

- Masse molaire du 2-nitrobenzaldéhyde :  $M_1 = 151,0$  g·mol<sup>-1</sup>
- Masse molaire de l'acétone :  $M_2 = 58,0$  g·mol<sup>-1</sup>
- Masse molaire de l'indigo :  $M = 262,0$  g·mol<sup>-1</sup>
- Masse volumique de l'acétone :  $\rho_2 = 0,79$  g·mL<sup>-1</sup>
- Pictogramme de danger du 2-nitrobenzaldéhyde :



- Quelles précautions doit-on prendre en utilisant le 2-nitrobenzaldéhyde ?
- Ajuster la stœchiométrie de l'équation de la réaction de synthèse de l'indigo.
- Calculer les quantités de matière initiales des différents réactifs.
- Déterminer la nature du réactif limitant et la valeur de l'avancement maximal  $x_{\max}$ .
- Calculer la masse théorique  $m_{\text{théo}}$  d'indigo que l'on aurait pu récupérer.
- La masse effectivement obtenue est de 0,38 g. D'après vous, pourquoi ces deux valeurs sont-elles différentes ?

Calculer alors la valeur de  $x_f$  obtenue

- La production mondiale annuelle d'indigo avoisine 50 kilotonnes. En supposant que le procédé industriel élimine toutes les pertes, déterminer la masse de 2-nitrobenzaldéhyde et le volume d'acétone nécessaires à cette production.

## 60 Pourcentage de chlore actif

Une eau de Javel est une solution aqueuse équimolaire d'hypochlorite de sodium ( $Na^+_{(aq)} + ClO^-_{(aq)}$ ) et de chlorure de sodium ( $Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ).

L'ajout d'acide chlorhydrique ( $H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ) à une solution d'eau de Javel provoque un dégagement de dichlore  $Cl_2$  gazeux.

Le pourcentage en chlore actif d'une solution concentrée d'eau de Javel correspond à la masse (exprimée en grammes) de dichlore gazeux qui peut être libéré par l'addition d'acide chlorhydrique en excès à 100 g d'eau de Javel.

Données • Couples :  $ClO^-_{(aq)}/Cl_{2(g)}$  et  $Cl_{2(g)}/Cl^-_{(aq)}$

- Écrire l'équation de la réaction qui se produit entre  $ClO^-_{(aq)}$  et  $Cl^-_{(aq)}$ .
- Établir un tableau d'avancement pour cette réaction.
- Pour 100 g d'une eau de Javel à 5,5 % en chlore actif, quelle quantité de matière  $n$  de dichlore peut être dégagée ?
- Quel est alors l'avancement maximal  $x_{\max}$  de la réaction, si on la suppose totale ? En déduire la quantité de matière  $n_1$  d'ions  $ClO^-_{(aq)}$  que contenait initialement cette eau de Javel.
- Une masse de 100 g de cette eau de Javel commerciale ne contenait initialement que  $n'_1 = 7,5 \times 10^{-2}$  mol d'ions hypochlorite  $ClO^-$ . Quel est son pourcentage en chlore actif ? Est-ce conforme à la valeur annoncée par le fabricant ?