

TPO3 : L'or bleu des Touaregs.

Chimiste dans l'entreprise « Jeansatrou », vous devez préparer 100kg de pigment d'indigo afin de colorer des jeans.

Pour préparer cette quantité de pigment vous avez besoin de savoir quelle masse minimale de réactif de 2-nitrobenzaldéhyde il faut utiliser. Or la réaction de synthèse de l'indigo n'étant pas totale (rendement inférieur à 100%) il faut donc d'abord évaluer le rendement de cette réaction.







Comment déterminer le rendement de la réaction de synthèse de l'indigo et aider le chimiste à préparer 100 kg de pigment ?

Doc. Une teinture bleue



> Encore de nos jours, les Touaregs utilisent la teinture naturelle bleue indigo.

Document 1 : Sécurité en chimie.

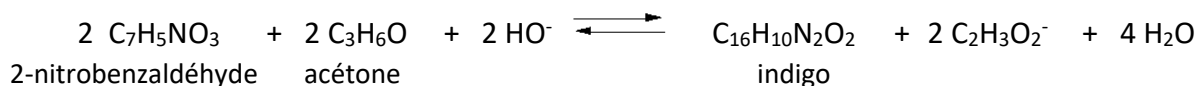
Acétone	<chem>CC(=O)C</chem>	miscible à l'eau, à l'éthanol, oxyde de diéthyle, esters, benzène	 	R : 11 ; 36 ; 66 ; 67 S : 2 ; 9 ; 16 ; 26 ; 46
2-nitrobenzaldéhyde	<chem>O=Cc1ccc(cc1)[N+](=O)[O-]</chem>	très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'éthanol		R : 22 ; 36 /37/38 S : 26
Hydroxyde de sodium	NaOH	soluble dans l'eau		R : 35 S : 1/2 ; 26 ; 37/39 ; 45
Ion dithionite	<chem>[O-]C(=O)C(=O)[O-]</chem>	soluble dans l'eau	 	R : 7 22 31 S : 2 7/8 26 28 43

Document 2 : indigo.

L'indigo naturel provient de nombreuses espèces d'indigotiers ou par fermentation de la guède (plante). Pour préparer l'indigo à partir des plantes, on les faisait macérer dans des grandes citernes pleines d'eau. L'hydrolyse enzymatique s'effectuait en douze heures. On obtenait une solution qu'on battait avec de grandes perches pour favoriser son contact avec l'air. L'indigo précipitait sous formes de flocons bleus. Aujourd'hui on réalise la synthèse de l'indigo industriellement.

Document 3 : synthèse.

On prépare de l'indigo à partir du 2-nitrobenzaldéhyde et de l'acétone en milieu basique (apport d'ions hydroxyde HO⁻) :

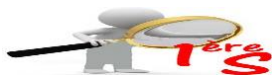


Document 5 : Quelques relations et données

Le rendement r est donné par la relation : $r = (\text{masse indigo obtenu}) / (\text{masse max indigo attendue})$

Masse molaire atomique en g/mol : C : 12 O : 16 H : 1 N : 14

Masse volumique de l'acétone $\rho = 0,79 \text{ g/mL}$



Chapitre 04 : Comment colorer une solution ?

Matériel

2 erlenmeyer + 1 bouchon
Becher + pince
Verre de montre + spatule
Epruvette de 25 mL
Pipette 5 mL + propipette
Filtration buchner
2 bandes de coton
Flacon éthanol et soude

Bureau :

Réactifs + 3 spatules + entonnoir

Produit chimique :

2-nitrobenzaldéhyde
Acétone
Dithionite de sodium solide
Hydroxyde de sodium solide

Expérience 1 : la synthèse de l'indigo.

Protocole expérimental

Synthèse de l'indigo

- Observer les pictogrammes sur les flacons des réactifs utilisés et agir en conséquence.
- Dans un erlenmeyer, introduire 0,5 g de 2-nitrobenzaldéhyde, $C_7H_5NO_3$.
- Verser 5 mL d'acétone, C_3H_6O , puis 10 mL d'eau distillée. Agiter.
- À l'aide d'une pipette, ajouter alors, goutte à goutte et tout en agitant, 4 mL d'une so-

lution concentrée d'hydroxyde de sodium, $Na^+ (aq) + HO^- (aq)$. Le mélange s'échauffe et brunit : l'indigo formé, $C_{16}H_{10}N_2O_2$, précipite.

- Filtrer sur filtre Büchner.
- Rincer le précipité à l'eau, puis avec quelques millilitres d'éthanol.
- Déposer le filtre sur un papier absorbant. Laisser sécher.
- Conserver ce pigment pour l'utiliser plus tard.

Synthétiser l'indigo puis évaluer le rendement de la réaction en calculant la masse maximale d'indigo attendue à l'aide d'un tableau d'avancement.

Indiquer comment préparer 100 kg d'indigo.

Expérience 2 : La teinture.

Placez un peu de poudre de pigment sur un bout de votre morceau de coton.

Attendez quelques instants. Replacer le surplus de poudre dans le récipient et observez le coton.

Protocole expérimental

Teinture en deux temps

- Observer les pictogrammes sur les flacons des réactifs utilisés et agir en conséquence.
- Dans un erlenmeyer, introduire une spatule de dithionite de sodium, $Na_2S_2O_4$.
- Ajouter quatre ou cinq pastilles d'hydroxyde de sodium.
- Ajouter une pointe de spatule du pigment obtenu.
- Verser une dizaine de millilitres d'eau.
- Boucher l'erlenmeyer. Agiter en maintenant le bouchon. Dégazer rapidement et régulièrement.
- Observer l'évolution de la teinte de la solution.
- Au bout d'une dizaine de minutes, lorsque la teinte de la solution n'évolue plus, plonger une bande de coton blanc dans la solution pendant une vingtaine de secondes, la retirer avec une pince et la rincer à l'eau courante.
- L'exposer à l'air libre. Observer.

Les conseils du Prince de sang-mêlé...

Remplir la spatule à raz de dithionite de sodium
utiliser un entonnoir

Prendre une demi-spatule de granulés
d'hydroxyde de sodium

Verser la solution dans becher et utiliser une
pince