

Problème

À partir des documents fournis et des connaissances acquises, déterminer le mélange qui permet d'obtenir une solution stable de nanoparticules d'or, puis indiquer la couleur de la solution obtenue en fin de réaction.

Stabilité :

Exploisons le document 2 pour déterminer quel mélange permet d'obtenir une solution stable de nanoparticules d'or.

D'après l'équation de la réaction, les réactifs sont introduits en proportions stœchiométriques si

$$\frac{n_{\text{Cit}}}{3} = \frac{n_{\text{CIAu}}}{2} \text{ que l'on peut écrire également } n_{\text{Cit}} = \frac{3}{2} n_{\text{CIAu}}.$$

D'après le document 2, la quantité initiale d'ions citrate doit être supérieure au tiers de la quantité nécessaire pour être dans les proportions stœchiométriques avec les ions tétrachloroaurate.

Ainsi $n_{\text{Cit}} > \frac{1}{3} \times \frac{3}{2} n_{\text{CIAu}}$, on obtient comme condition de stabilité : $n_{\text{Cit}} > \frac{1}{2} n_{\text{CIAu}}$ ou $\frac{n_{\text{CIAu}}}{n_{\text{Cit}}} < 2$.

Ce résultat semble en accord avec le graphe du document 1 pour lequel le rapport $\frac{n_{\text{CIAu}}}{n_{\text{Cit}}}$ est effectivement inférieur à 2.

Déterminons ce rapport pour chacun des deux mélanges proposés.

	C_{CIAu} (en mol.L ⁻¹)	V_{CIAu} (en mL)	n_{CIAu} (en mol)	C_{Cit} (en mol.L ⁻¹)	V_{Cit} (en mL)	n_{Cit} (en mol)	$\frac{n_{\text{CIAu}}}{n_{\text{Cit}}}$
Mélange n°1	$2,5 \times 10^{-4}$	250	$2,5 \times 10^{-4}$ $\times 0,250$ $= 6,25 \times 10^{-5}$	$3,4 \times 10^{-2}$	1,4	$3,4 \times 10^{-2} \times$ $1,4 \times 10^{-3}$ $= 4,76 \times 10^{-5}$	$\frac{6,25 \times 10^{-5}}{4,76 \times 10^{-5}}$ $= 1,3$
Mélange n°2	$1,0 \times 10^{-3}$	100	$1,0 \times 10^{-3}$ $\times 0,100$ $= 1,0 \times 10^{-4}$	$3,0 \times 10^{-2}$	1,0	$3,0 \times 10^{-2} \times$ $1,0 \times 10^{-3}$ $= 3,0 \times 10^{-5}$	$\frac{1,0 \times 10^{-4}}{3,0 \times 10^{-5}}$ $= 3,3$

Seul le mélange n°1 respecte la condition de stabilité établie ($\frac{n_{\text{CIAu}}}{n_{\text{Cit}}} < 2$), il est donc le seul qui permet d'obtenir une solution stable de nanoparticules d'or.

Couleur :

Le document 3 nous montre que la couleur de la solution dépend de la taille des nanoparticules.

Utilisons le document 1 pour connaître cette taille dans le cas du mélange n°1.

On trace une droite moyenne passant au plus près de tous les points expérimentaux, puis on

détermine l'ordonnée du point d'abscisse $\frac{n_{\text{CIAu}}}{n_{\text{Cit}}} = 1,3$.

On trouve une taille de **78 nm**.

Utilisons le document 3, afin de déterminer la longueur d'onde de résonance λ_{\max} pour laquelle l'absorbance est maximale.

Aucune courbe ne correspond à des particules de 78 nm.

Cependant, on remarque que plus la taille des particules est grande et plus λ_{\max} est élevée.

Pour des particules de 48 nm, $\lambda_{\max} = 530$ nm.

Pour des particules de 99 nm, $\lambda_{\max} = 550$ nm.

On en déduit l'encadrement $530 < \lambda_{\max} < 550$ nm,
que l'on peut convertir en μm : $0,530 < \lambda_{\max} < 0,550$ μm

Le cercle chromatique montre que les nanoparticules absorbent essentiellement des radiations dans le domaine jaune-vert.

Elles donnent à la solution la couleur complémentaire du jaune-vert donc la solution paraît rouge-violacé.

Niveau A	Les indicateurs de réussite apparaissent dans leur (quasi) totalité.
Niveau B	Les indicateurs de réussite apparaissent partiellement.
Niveau C	Les indicateurs de réussite apparaissent de manière insuffisante.
Niveau D	Les indicateurs de réussite ne sont pas présents.

Compétences	Critères réussite	A	B	C	D
S'approprier	- extraire une information utile pour chacun des documents.				
Analyser	Identifier qu'il faut calculer les quantités de matières initiales des 2 réactifs afin : - d'en déduire le rapport pour déterminer la taille des nanoparticules - de les comparer à celles nécessaire pour obtenir des nanoparticules stables Identifier le lien entre la taille des particules et leur couleur à l'aide des documents 2 et 4.				
Réaliser	- Effectuer un bilan de matière afin de déterminer une quantité de réactif pour se trouver dans les proportions stoechiométriques. - Exploiter le document 2 pour en déduire la taille des nanoparticules. - Exploiter le document 4 pour en estimer la longueur d'onde absorbée (intervalle, extrapolation graphique, ...)				
Valider	- Exploiter le cercle chromatique pour déterminer la couleur des nanoparticules, en cohérence avec les résultats obtenus. - Exploiter le bilan de matière et la quantité initiale de citrate pour déterminer les conditions expérimentales conduisant à des nanoparticules stables.				

Indication pour la traduction de la grille de compétences en note :

En fonction de la position des croix dans la grille de compétences, le correcteur donne une note en point entier en portant un regard global sur la grille :

- Majorité de A : note comprise entre 4 et 5 (majorité de A et aucun C ou D : 5)
- Majorité de B : note comprise entre 3 et 4 (uniquement des B : 4)
- Majorité de C : note entre 2 et 3 (uniquement des C : 2)
- Majorité de D : note comprise entre 0 et 2 (uniquement des D : 0 ; dès qu'il y a d'autres niveaux que le D : 1 ou 2)