Spécialité : De la couleur des nanoparticules d'or

Bac S 2015 Métropole rattrapage (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

P 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.

Données utiles mélange 1 : $c = 2{,}5 \times 10^{-4}$ mol · L^{-1}, $V = 250$ mL de $AuCl_4^-$; $c' = 3{,}4 \times 10^{-2}$ mol · L^{-1}, $V' = 1{,}4$ mL de citrate. Mélange 2 : $1{,}0 \times 10^{-3}$ mol · L^{-1}, 100 mL ; $3{,}0 \times 10^{-2}$ mol · L^{-1}, 1,0 mL.

1. Critère de stabilité (document 2). L'équation indique que 2 mol de $AuCl_4^-$ réagissent avec 3 mol d'ions citrate. Le mélange est stœchiométrique si $\frac{n_{Cit}}{3} = \frac{n_{ClAu}}{2}$, soit $n_{Cit} = \frac{3}{2} n_{ClAu}$.

La solution est stable si n_{Cit} dépasse le tiers de cette quantité :

$$n_{Cit} > \frac{1}{3} \times \frac{3}{2} n_{ClAu} \quad \text{soit} \quad \frac{n_{ClAu}}{n_{Cit}} < 2$$

2. Quantités initiales ($n = c \times V$, volumes en litres).

Mélange 1 : $n_{ClAu} = 2{,}5 \times 10^{-4} \times 0{,}250 = 6{,}3 \times 10^{-5}$ mol ; $n_{Cit} = 3{,}4 \times 10^{-2} \times 1{,}4 \times 10^{-3} = 4{,}8 \times 10^{-5}$ mol.

$$\frac{n_{ClAu}}{n_{Cit}} = \frac{6{,}25 \times 10^{-5}}{4{,}76 \times 10^{-5}} = 1{,}3 < 2 \quad \text{: solution stable}$$

Mélange 2 : $n_{ClAu} = 1{,}0 \times 10^{-3} \times 0{,}100 = 1{,}0 \times 10^{-4}$ mol ; $n_{Cit} = 3{,}0 \times 10^{-2} \times 1{,}0 \times 10^{-3} = 3{,}0 \times 10^{-5}$ mol.

$$\frac{n_{ClAu}}{n_{Cit}} = \frac{1{,}0 \times 10^{-4}}{3{,}0 \times 10^{-5}} = 3{,}3 > 2 \quad \text{: solution instable}$$

Seul le **mélange n°1** donne une solution stable.

3. Taille des nanoparticules (document 1). Les quatre points sont presque alignés : on trace la droite qui passe au plus près d'eux et on la prolonge jusqu'à l'abscisse 1,3. On lit une taille d'environ 78 nm.

4. Couleur (document 3). Le maximum d'absorption se décale vers les grandes longueurs d'onde quand la taille augmente : $\lambda_{max} \approx 530$ nm pour 48 nm et $\lambda_{max} \approx 575$ nm pour 99 nm. Pour 78 nm, taille intermédiaire :

$$530 \text{ nm} < \lambda_{max} < 575 \text{ nm} \quad \text{soit} \quad 0{,}530 \text{ µm} < \lambda_{max} < 0{,}575 \text{ µm}$$

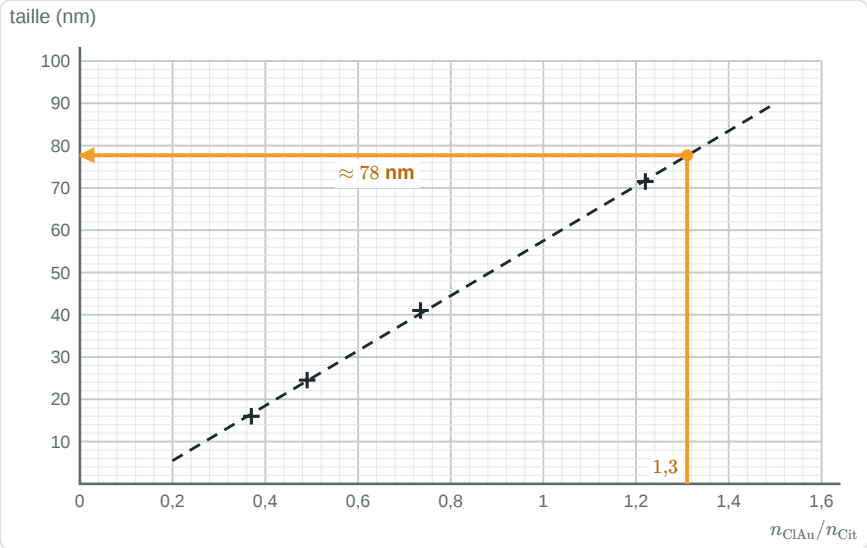
D'après le tableau, ces radiations se situent entre le vert (0,530 µm) et le jaune (0,580 µm) : les nanoparticules absorbent surtout le jaune-vert. Les autres produits étant incolores, la solution prend la couleur diamétralement opposée sur le cercle chromatique.

Mélange n°1 (rapport $1{,}3 < 2$) : solution stable, de couleur **rouge violacé**.

PIÈGE
Comparer n_{Cit} aux proportions stœchiométriques entières et oublier le « tiers » : aucun mélange ne semblerait stable. Autre erreur : donner la couleur absorbée (jaune-vert) au lieu de la couleur perçue, sa complémentaire.

COMPRENDRE
Les données ont deux chiffres significatifs, les résultats aussi ; on garde 6,25 et 4,76 pour calculer le rapport sans erreur d'arrondi. La taille lue à quelques nanomètres près suffit : seul l'encadrement de λ_{max} compte.

MÉTHODE
Résolution de problème : annoncer chaque étape et le document utilisé. Ici : critère de stabilité, quantités de matière, taille lue sur le graphique, longueur d'onde absorbée, couleur complémentaire. Une démarche claire rapporte des points même inachevée.



P · Document 1 : droite tracée au plus près des points et lecture pour le mélange n°1

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$2.5 \times 10^{-4} \times 0.250$
$\approx 6.25 \times 10^{-5}$

$3.4 \times 10^{-2} \times 1.4 \times 10^{-3}$
$\approx 4.76 \times 10^{-5}$

$\dfrac{6.25 \times 10^{-5}}{4.76 \times 10^{-5}}$
≈ 1.313025

$\dfrac{1.0 \times 10^{-4}}{3.0 \times 10^{-5}}$
≈ 3.333333