

TP de Spécialité n°11

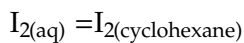
Extraction quantitative du diiode

1 Principe

Une extraction consiste à transférer une espèce chimique E d'une phase, dont elle est souvent difficile à séparer, dans une autre phase. C'est donc une transformation qui peut être modélisée par une réaction d'équation :

$$E(\text{phase 1})=E(\text{phase 2})$$

On va étudier l'extraction du diiode présent en solution aqueuse par du cyclohexane. La transformation peut être modélisée par :



- Dans un tube à essais, verser précautionneusement 2 mL d'eau iodée $I_{2(\text{aq})}$ et 2 mL de cyclohexane C_6H_{12} . Noter les positions et les couleurs des deux phases.
- Agiter vigoureusement, puis laisser décanter. Noter à nouveau les couleurs des deux phases. Conclure.

2 Coefficient de partage du diiode

2.1 Solutions disponibles

S_1 : solution aqueuse de diiode $I_{2(\text{aq})}$, de concentration molaire apportée en diiode $c_1 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$;

S_2 : cyclohexane (solvant organique inflammable, toxique, sous la hotte) ;

S_3 : solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration molaire apportée $c_3 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.2 Extraction & décantation

- Dans une ampoule à décanter (robinet fermé), introduire :
 - un volume $V_1 = 40,0 \text{ mL}$ de solution aqueuse S_1 de diiode, mesuré à l'éprouvette graduée ;
 - un volume $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ de cyclohexane S_2 , mesuré à l'éprouvette graduée sous la hotte.Laver et sécher les béchers utilisés pour ces prélèvements, car ils seront utiles par la suite.
- Agiter longuement et vigoureusement (ne pas oublier de dégazer). Laisser décanter.
- Repérer la phase aqueuse et la phase organique (densité du cyclohexane à 20°C : $d = 0,78$).

- Séparer les deux phases en prélevant chacune d'elles dans un bécher propre et sec. Montrer le résultat au professeur.
- Récupérer la phase organique dans le flacon spécial solvants sous la hotte, laver et sécher le bécher. Réserver la phase aqueuse pour la suite.

2.3 Titration de la phase aqueuse

- Préparer la burette avec la solution S_3 , sans oublier de légèrement rincer la burette avec quelques millilitres de solution.
- Prélever à la pipette jaugée un volume $V_4 = 10,0 \text{ mL}$ de la phase aqueuse dans un erlenmeyer.
- Titrer cette prise d'essai par la solution S_3 . Dès que la teinte est jaune pâle, ajouter une pointe de spatule (ou quelques gouttes) d'empois d'amidon ou *thiodène*, indicateur rédox bleu en présence de diiode, et qui permet de mieux apprécier la disparition de la couleur à l'équivalence.
- Noter le volume V_{3E} de solution de thiosulfate versé à l'équivalence, à la goutte près.

2.4 Résultats du titrage

- Écrire les demi-équations d'oxydoréduction des couples (I_2 / I^-) et ($S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$). En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu dans le titrage du diiode.
- Définir l'équivalence d'un dosage. En déduire l'expression littérale entre n_{3E} et n_4 , quantité de matière de diiode présent dans la prise d'essai. En déduire la quantité totale $n_{1,\text{final}}$ de diiode présent dans la phase aqueuse.

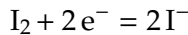
2.5 Coefficient de partage K

- À partir des données c_1 et V_1 , calculer la valeur $n_{1,\text{initial}}$, quantité de matière de diiode initialement présent dans la phase aqueuse. Comparer avec le résultat du dosage.
- Dresser un tableau d'avancement de la transformation considérée.
- Donner l'expression du quotient Q_r de réaction. Calculer la valeur numérique du quotient de réaction à l'équilibre $K = Q_{r,\text{éq}}$.
Remarque : ce quotient est souvent appelé facteur de distribution ou coefficient de partage.

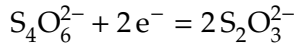
Correction du TP de Spécialité n°11 Extraction quantitative du diiode

Rappel : nous avons trouvé $V_{3E} = 15,8$ mL pour le résultat du titrage.

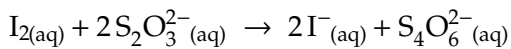
a. Couple (I_2 / I^-) :



Couple ($S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$) :



Équation de la réaction de dosage :



b. L'équivalence du dosage est atteinte quand les réactifs ont été introduits en quantités stœchiométriques. Les coefficients stœchimétriques de l'équation de dosage impliquent :

$$n_4 = \frac{n_{3E}}{2}$$

Calcul de la quantité de matière d'ions thiosulfate versés :

$$\begin{aligned} n_{3E} &= c_3 V_{3E} \\ &= 2,00 \cdot 10^{-3} \times 15,8 \cdot 10^{-3} \\ &= 3,16 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \end{aligned}$$

On en déduit la quantité de matière de diiode dans la prise d'essai :

$$n_4 = \frac{3,16 \cdot 10^{-5}}{2} = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

On a dosé un quart de la phase aqueuse ($V_1/V_4 = 4$). La quantité finale de diiode dans la phase aqueuse est donc :

$$\begin{aligned} n_{1,final} &= 4n_4 \\ &= 4 \times 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \\ &= 6,32 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \end{aligned}$$

c. Quantité initiale de diiode dans la phase aqueuse :

$$\begin{aligned} n_{1,initial} &= c_1 V_1 \\ &= 2,0 \cdot 10^{-3} \times 40,0 \cdot 10^{-3} \\ &= 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \end{aligned}$$

Comparaison avec le résultat du dosage : $n_{1,initial} > n_{1,final}$, l'extraction a permis effectivement d'extraire une (petite) partie du diiode de la solution aqueuse.

d. Tableau d'avancement, en μmol (micromoles) :

	$I_{2(aq)}$	=	$I_{2(cyclohexane)}$
EI	80		0
Ec	$80 - x$		x
EF	63,2		16,8

e. Quotient de la réaction :

$$Q_r = \frac{[I_{2(cyclohexane)}]}{[I_{2(aq)}]}$$

Calcul de la constante d'équilibre de la réaction :

$$K = Q_{r,\acute{e}q} = \frac{[I_{2(cyclohexane)}]_{\acute{e}q}}{[I_{2(aq)}]_{\acute{e}q}}$$

Il nous faut les concentrations du diiode dans les deux phases, on se sert du tableau d'avancement :

$$\begin{cases} [I_{2(aq)}] &= \frac{n_{1,final}}{V_1} \\ [I_{2(cyclohexane)}] &= \frac{x}{V_2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow K = \frac{\frac{x}{V_2}}{\frac{n_{1,final}}{V_1}}$$

Application numérique :

$$K = \frac{16,8}{\frac{10,0}{\frac{63,2}{40,0}}} = \boxed{1,1}$$

La réaction d'extraction n'est pas totale ; ce dernier point justifie le terme *coefficient de partage* donné à K .

L'exploitation de ce TP continue dans l'exercice 9.5, dans lequel je j'utilise la valeur $K = 1,06$.