



CORRECTION **Activité expérimentale 5**
« Dosage colorimétrique de la Bétadine »

Nom :
 Nom :

Objectif : Le dosage (ou titrage) d'une solution a pour but de déterminer sa concentration molaire.

La Bétadine est un des produits qui contient du diiode de formule I_2 . Elle est utilisée comme antiseptique sur les plaies susceptibles de se surinfecter, sur les brûlures et les mycoses. Le diiode est en fait un oxydant qui agit en tuant les micro-organismes au travers de réactions d'oxydoréduction. On dispose d'une solution de Bétadine commerciale à 4 % dont on désire vérifier le pourcentage massique en diiode.

L'étiquette de la bétadine précise : Bétadine 10%

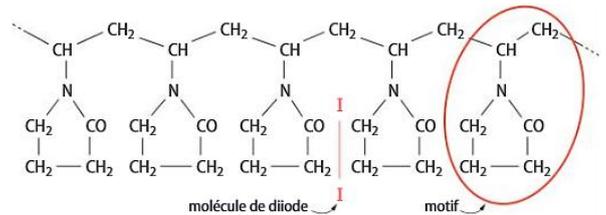
Polyvidone iodée : **10 g pour 100 mL**



Document n°1 : Le Polyvidone iodée.

La molécule de polyvidone est un polymère dont le motif est entouré (en rouge).

La molécule de polyvidone iodée comporte en moyenne 1 molécule de diiode I_2 pour 19 motifs.



Au fur à mesure de son utilisation, la polyvidone libère les molécules de diiode.

Masse molaire de 19 motifs de polyvidone iodée : $M(\text{polyvidone iodée}) = 2\,363,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

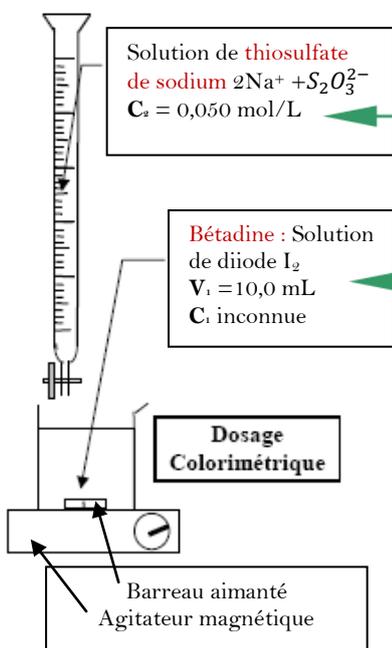
Document n°2 : dosage (ou titrage) colorimétrique du diiode I_2 contenu dans la bétadine par réaction avec les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$

- On fait réagir le diiode I_2 présent dans la solution de Bétadine par des ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ contenus dans une solution de thiosulfate de sodium ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$). Cette réaction d'oxydo réduction est **rapide et totale**.
- Les couples oxydant /réducteur mis en jeu sont : I_2 / I^- et $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$

Principe du dosage colorimétrique : Lorsque l'on verse des ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ dans une solution de diiode I_2 , l'équivalence est repérée lorsque le mélange 'réactionnel' change de couleur.

- A l'équivalence, les 2 réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction.
- A l'équivalence, les quantités des réactifs sont nulles : $n_{\text{réactif}}^{\text{équivalence}} = 0 \text{ mol}$

Document n°3 : Préparation du dosage colorimétrique



Préparation de la burette graduée:

la solution dont on connaît la concentration est appelée solution titrante et est introduite dans la burette.

la solution dont on cherche la concentration est appelée solution à titrer et est introduite dans le bécher.

Préparation du bécher :

- Prélever un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de Bétadine (de diiode) avec une pipette jaugée, le verser dans un bécher, introduire un barreau aimanté et déposer le sur l'agitateur magnétique.
- Régler l'agitateur magnétique de façon à avoir une agitation modérée (pas de projection)

Avant de réaliser le dosage

Q1- Complétez le tableau ci-dessous

	Nom	Couples Oxydant / réducteur	Demi- Equations électroniques d'oxydo-réduction
Oxydant	I_2	I_2 / I^-	$I_2 + 2e^- = 2I^-$
le réducteur	$S_2O_3^{2-}$	$S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$	$2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$
Equation bilan de la réaction :			$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

réaction

Q2- Etude des couleurs des réactifs et des produits en solution :

Réécrire l'équation $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

Couleurs des espèces en solution : I_2 (jaune-brun), $S_2O_3^{2-}$ (incolor), I^- (incolor), $S_4O_6^{2-}$ (incolor)

Avant l'équivalence, quelle est la couleur du mélange réactionnel dans le bécher ? *jaune-brun*

A l'équivalence, quelle est la couleur du mélange réactionnel dans le bécher ? *incolor*

Réalisation du dosage

1^{er} dosage dit rapide :

- Préparer le montage du document 2 **en ajoutant de l'empois d'amidon (Thiodène sur le bureau : prendre une petite quantité avec une spatule) qui donne une coloration sombre en présence de diiode (révélateur d' I_2)**

- Verser (pas trop vite) la solution de thiosulfate de sodium et repérer le volume de qu'il faut verser pour atteindre l'équivalence : ce volume sera noté V_{eq1}

Notez la valeur de $V_{eq1} = 17,3 \text{ mL}$

Appeler le professeur pour vérification du volume V_{eq1}

2^{ème} dosage plus précis :

- Préparer de nouveau le montage du document 2 **en ajoutant de l'empois d'amidon (Thiodène sur le bureau : prendre une petite quantité avec une spatule) qui donne une coloration sombre en présence de diiode (révélateur d' I_2)**

Refaire le dosage en étant plus vigilant 2 mL avant la valeur de V_{eq1} et en s'arrêtant à la goutte près !

Notez la nouvelle valeur de $V_{eq2} = 16,8 \text{ mL}$

C'est cette dernière valeur que nous retiendrons pour la suite.

Exploitation du dosage

Q3- Vous vous êtes arrêté de verser à l'équivalence donc la fin de la réaction correspond à un état à l'équivalence : donc l'avancement final $x_f = x_{eq}$. Compléter le tableau d'avancement.

Équation de la transformation		I_2	$+ 2 S_2O_3^{2-}$	\rightarrow	$2 I^-$	$+ S_4O_6^{2-}$
Etat Initial (mol)	$x = 0$	$n_{I_2}^i$	$n_{S_2O_3^{2-}}^i$		X	X
en cours	x	$n_{I_2} = n_{I_2}^i - x$	$n_{S_2O_3^{2-}} = n_{S_2O_3^{2-}}^i - 2x$		$n_{I^-} = 2x$	$n_{S_4O_6^{2-}} = x$
Etat Final (mol)	$x_f = x_{eq}$	$n_{I_2}^{eq} = n_{I_2}^i - x_{eq}$	$n_{S_2O_3^{2-}}^{eq} = n_{S_2O_3^{2-}}^i - 2x_{eq}$		$n_{I^-}^{eq} = 2x_{eq}$	$n_{S_4O_6^{2-}}^{eq} = x_{eq}$

Q4- A l'équivalence, les quantités finales des réactifs sont nulles. Ecrire dans les 2 cas l'expression de x_{eq} en fonction de $n_{I_2}^i$ puis l'expression de x_{eq} en fonction de $n_{S_2O_3^{2-}}^i = n_{S_2O_3^{2-}}^{versée}$

$$M_{I_2}^{eq} = m_{I_2}^i - x_{eq} = 0$$

$$\Rightarrow x_{eq} = m_{I_2}^i$$

$$M_{S_2O_3^{2-}}^{eq} = m_{S_2O_3^{2-}}^i - 2x_{eq} = 0$$

$$x_{eq} = \frac{m_{S_2O_3^{2-}}^i}{2}$$

Ici, à l'équivalence, les quantités finales des réactifs sont nulles

Q5- En déduire la relation entre $n_{I_2}^i$ et $n_{S_2O_3^{2-}}^i$

$$x_{eq} = m_{I_2}^i = \frac{m_{S_2O_3^{2-}}^i}{2} \quad (1)$$

Q6- Exprimer la relation entre $n_{I_2}^i$, C_1 et V_1 puis la relation entre $n_{S_2O_3^{2-}}^i$, C_2 et V_{eq}

$$n_{I_2}^i = C_1 \times V_1 \quad (2)$$

$$n_{S_2O_3^{2-}}^i = C_2 \times V_{eq} \quad (3)$$

V_{eq} étant le volume versé de $S_2O_3^{2-}$

Q7- Exprimez puis calculez la concentration molaire de diiode C_1

Des 3 relations précédentes, on obtient

$$C_1 V_1 = \frac{C_2 V_{eq}}{2}$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{C_2 V_{eq}}{2 V_1}$$

$$= \frac{0,050 \times 16,8}{2 \times 10,0} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Q8- Calculer la quantité de matière de diiode $n_0(I_2)$ présente dans un volume $V_{sol} = 100 \text{ mL}$ de solution de Bétadine

$$= m_{I_2}^i$$

$$C_1 = \frac{m_0(I_2)}{V_1}$$

$$\Rightarrow m_0(I_2) = C_1 \times V_1 = 4,2 \cdot 10^{-2} \times 100 \cdot 10^{-3}$$

$$= 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Q9 - Quelle est la quantité n_p de polyvidone iodée dans un volume $V_{sol} = 100 \text{ mL}$ de S_0 ?

On sait que $\boxed{1}$ molécule de polyvidone est composée de 19 motifs + $\boxed{1}$ molécule de I_2
donc $m_p = m_0(I_2) = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Q10 - Retrouver alors le taux de polyvidone iodée marquée sur la bouteille de Bétadine. Calculer l'erreur relative entre le taux théorique et le taux pratique. D'où proviennent les erreurs commises ?

Calculons la masse de polyvidone iodée m_{dp} contenue dans 100 mL

$$\text{on a } m_{dp} = \frac{m_{dp}}{\eta_{dp}} \Rightarrow m_{dp} = m_{dp} \times \eta_{dp} = 4,2 \cdot 10^{-3} \times 2363,8 = 9,93 \text{ g}$$

Or, dans le texte il est dit : 10,0 g dans 100 mL

Calcul de l'écart relatif.

$$\%E = \frac{|m_{dp, fabricant} - m_{dp, expérimentale}|}{m_{dp, fabricant}} \times 100$$

$$= \frac{|10,0 - 9,93|}{10,0} \times 100 = 0,7 \%$$

Ecart relatif:

$$\%E = \frac{|Valeur_{fabricant} - Valeur_{expérimentale}|}{Valeur_{fabricant}} \times 100$$

Remarque : l'erreur vient essentiellement de la mesure de V_{eq} .