

Titrage du dioxyde de soufre dans le vin

Énoncé

Il est courant d'introduire du dioxyde de soufre SO_2 dans le vin pour réguler la fermentation et pour sa conservation, mais un excès de SO_2 dans le vin peut provoquer des maux de tête. Sa concentration maximale autorisée est de 210 mg/L.

On souhaite réaliser le titrage d'un vin blanc par une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}); \text{MnO}_4^-(\text{aq})$) en milieu acide pour vérifier sa concentration en $\text{SO}_2(\text{aq})$. L'équivalence est atteinte pour une couleur mauve persistante de la solution.

1. Quels couples redox sont mis en jeu dans la réaction de titrage ? Justifier et indiquer quels sont les réactifs titrant et titré.
2. Établir les demi-équations électroniques associées et l'équation bilan de la réaction de titrage.
3. En déduire la quantité de $\text{SO}_2(\text{aq})$ dans l'échantillon titré.
4. Déterminer la concentration massique γ de ce vin en dioxyde de soufre. Ce vin respecte-t-il les normes autorisées ?

DONNÉES

- **Solution de permanganate de potassium :**
 $c(\text{K}^+; \text{MnO}_4^-) = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- **Volume de vin blanc titré :** $V_A = 20,0 \text{ mL}$;
- **Volume versé à l'équivalence :**
 $V_E = 17,2 \text{ mL}$;
- **Masses molaires :**
 $M(\text{SO}_2) = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- **Couples redox :**
 $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) / \text{SO}_2(\text{aq})$,
 $\text{SO}_2(\text{aq}) / \text{HSO}_3^-(\text{aq})$, $\text{SO}_2(\text{aq}) / \text{S}(\text{s})$.

33 Eau oxygénée

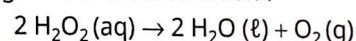
L'eau oxygénée $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ est utilisée comme antiseptique ou comme agent de blanchiment pour les textiles. Elle participe à deux couples oxydant/réducteur : $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$ et $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$.

Données : couple oxydant/réducteur : $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$; $(M_{\text{H}_2\text{O}_2}) = 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Volume molaire à 0°C et à une pression d'une atmosphère : $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$. Toutes les espèces en solution sont incolores à part les ions permanganate, qui sont violets.

1. Écrire la demi-équation électronique d'oxydoréduction associée à chaque couple.
2. Quelle est la particularité de l'eau oxygénée ?
3. Les lentilles de contact doivent être décontaminées et nettoyées après usage. Pour cela une solution d'eau

oxygénée peut être utilisée. Sur l'étiquette du produit, on peut lire : concentration en masse d'eau oxygénée $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Pour contrôler cette indication, on dose un échantillon de $10,0 \text{ mL}$ de cette solution préalablement acidifiée par une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $c' = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- a. Écrire les deux demi-équations électroniques d'oxydo-réduction mises en jeu dans le titrage.
- b. Établir l'équation de la réaction de titrage.
- c. Le volume V_{eq} versé à l'équivalence est $17,6 \text{ mL}$. En s'aidant d'un tableau d'avancement, déterminer la quantité de matière d'eau oxygénée se trouvant dans l'échantillon.
- d. En déduire la concentration en quantité de matière et la concentration en masse d'eau oxygénée de la solution étudiée. Le résultat correspond-il aux indications de l'étiquette ?
- e. Une eau oxygénée est dite à N volumes si elle libère N litres de dioxygène lors de la décomposition de $1,00 \text{ L}$ de cette eau oxygénée selon la réaction :



Ce volume est mesuré à 0°C et sous une pression d'une atmosphère.

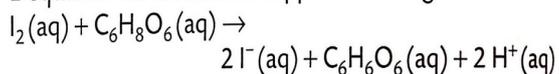
Que vaut N pour l'eau oxygénée étudiée ?

7 Établir et exploiter une relation à l'équivalence

| Restituer ses connaissances ; effectuer des calculs.

On dose un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de vitamine C, ou acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$, contenue dans une ampoule par une solution de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ de concentration $C_2 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le volume de diiode versé à l'équivalence est $V_E = 15,1 \text{ mL}$.

L'équation de la réaction support du titrage s'écrit :



1. Établir la relation entre les quantités $n_1(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$ et $n_E(\text{I}_2)$ à l'équivalence de ce titrage.
2. Exprimer puis calculer la quantité $n_1(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$ de vitamine C contenue dans l'ampoule.
3. En déduire la concentration C_1 en vitamine C de la solution dans l'ampoule.

L'eau de Javel est un désinfectant et un décolorant. Pour vérifier l'indication portée sur une bouteille commerciale d'eau de Javel, 2,6 % de chlore actif, on souhaite réaliser un titrage.

DOC 1 Composition de l'eau de Javel

L'eau de Javel est un mélange équimolaire de solutions de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$) et d'hypochlorite de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq})$) en milieu basique.

En milieu acide, l'eau de Javel subit une transformation totale, qui est modélisée par la réaction d'équation : $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$.

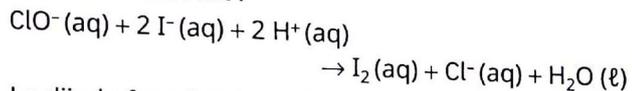
Cette transformation permet de définir le pourcentage de chlore actif. Celui-ci représente la masse de dichlore formé à partir de 100 g d'eau de Javel.



DOC 2 Principe de la manipulation

On ajoute un excès d'ions iodure $\text{I}^-(\text{aq})$ à un volume V connu de solution notée S_1 d'eau de Javel diluée au dixième.

Les ions hypochlorite ClO^- oxydent en milieu acide les ions iodure. L'équation de la réaction modélisant la transformation est :



Le diiode formé est ensuite titré par les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$.

On en déduit alors la quantité de matière d'ions hypochlorite puis le pourcentage de chlore actif.

Données : couples oxydant/réducteur : $\text{ClO}^-(\text{aq})/\text{Cl}^-(\text{aq})$; $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$; $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$. Tous les ions sont incolores, sauf le diiode, qui est jaune orangé.

1. Déterminer le volume d'eau de Javel du commerce à prélever pour obtenir 50 mL de solution S_1 .
2. On place dans un erlenmeyer 10,0 mL de solution S_1 , puis 20,0 mL d'une solution acidifiée contenant des ions iodure de concentration en quantité de matière $c_2 = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pour oxyder entièrement les ions hypochlorite.
 - a. Quelle verrerie doit-on utiliser pour prélever les volumes indiqués ?

- b. Déterminer les demi-équations électroniques d'oxydo-réduction, et retrouver l'équation modélisant la transformation des ions hypochlorite du document 2.

3. On titre le diiode formé précédemment à l'aide d'une solution contenant des ions thiosulfate de concentration en quantité de matière $c_3 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le volume V_{eq} versé à l'équivalence est 7,6 mL.

- a. Déterminer les demi-équations électroniques d'oxydo-réduction et l'équation modélisant la transformation du titrage.
 - b. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.
 - c. Déterminer la quantité de matière de diiode formé après réaction avec les ions hypochlorite.
 - d. En déduire la quantité de matière d'ions hypochlorite se trouvant dans la solution S_1 .
 - e. Déterminer la concentration en quantité de matière d'ions hypochlorite de la solution S_1 puis de la solution commerciale.
4. Calculer la quantité de matière de dichlore produit par un litre d'eau de Javel.
 5. La masse volumique de l'eau de Javel est $1,03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ et la masse molaire du chlore est $35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. En déduire le pourcentage de chlore actif de l'eau de Javel commerciale utilisée.
 6. Comparer le résultat obtenu à l'indication de l'étiquette figurant sur la bouteille. Conclure.