

Thème : Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique.
 TP C14-2 : Titrages oxydoréduction
 Contrôle de qualité de l'eau oxygénée
 (version professeur)

Titre massique et densité d'une solution. Titrage colorimétrique.

Pour le professeur : une solution à 110 V a été diluée au 15^{ème} environ

Objectif : Réaliser un contrôle qualité d'une solution de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)

Produits à disposition :

- Une solution d'eau oxygénée dont la concentration exacte est inconnue et dont la valeur en volume est comprise entre 5 V et 10 V
- solution d'acide sulfurique de concentration $c = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$.
- solution de permanganate de concentration $C_{\text{MnO}_4^-} = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$
- Eau distillée.

Mode opératoire :

En vous inspirant du cours 14-2, rédiger un protocole expérimental permettant de déterminer avec précision la concentration en volume de la solution d'eau oxygénée.

Mettre dans le bécher :

- o 1,00 mL de solution S
 - o 10,0 mL d'acide sulfurique
 - o 10,0 mL d'eau distillée
- Le mélange est incolore.

Protocole du dosage :

- Mettre dans la burette une solution aqueuse violette de permanganate de potassium de concentration connue.
- Verser la solution titrante dans le mélange à titrer, pour obtenir précisément, à la goutte près, le mélange équivalent, juste quand une légère teinte rose-violacé apparaît.
- On lit sur la burette la valeur du volume équivalent : $V_E = 13,1 \text{ mL}$

Le dosage colorimétrique

▶ On désire titrer un volume $V_A = 10,0 \text{ mL}$ d'eau oxygénée par une solution aqueuse de permanganate de potassium de concentration C_0 .

Etape 1

- Prélever un volume $V_r = 10,0 \text{ mL}$ d'eau oxygénée à l'aide d'une pipette jaugée préalablement rincée.
- Verser ce volume V_r dans un bécher.
- Ajouter environ 20 mL d'eau distillée.

Etape 2

- Remplir la burette graduée (préalablement rincée) avec le réactif titrant (ici le permanganate de potassium).
- Déposer un papier blanc sur l'agitateur magnétique.
- Déposer le bécher muni d'un turbulent sur l'agitateur magnétique.

Etape 3

- Mettre l'agitation en route.
- Verser rapidement le permanganate de potassium jusqu'à ce que la couleur violette persiste.
- Noter le volume V versé.

Etape 4

- Recommencer à nouveau le titrage depuis le début.
- Verser rapidement la solution de potassium jusqu'à la graduation $V - 1 \text{ mL}$.
- Par la suite repérer l'équivalence à la goutte près. Soit V_E , le volume versé alors.

$$2 \text{ MnO}_4^- (\text{aq}) + 5 \text{ H}_2\text{O}_2 + 6 \text{ H}^+ \rightarrow 2 \text{ Mn}^{2+} + 5 \text{ O}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O}$$

$$C(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{5 \times C_0 \times V_E}{2 \times V_r}$$

Déterminer la concentration exacte de la solution de peroxyde d'hydrogène en mol.L⁻¹ puis en Volume.

Définition de l'équivalence et la relation entre les quantités de matières $n_{\text{MnO}_4^-}$ et $n_{\text{H}_2\text{O}_2}$

A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : $\frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{2} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{5}$

$$\Leftrightarrow n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5 \cdot n_{\text{MnO}_4^-}}{2}$$

$$\Leftrightarrow C_{\text{H}_2\text{O}_2}(S) \cdot V_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5 \cdot C_{\text{MnO}_4^-} \cdot V_{\text{MnO}_4^-}(E)}{2}$$

$$\Leftrightarrow C_{\text{H}_2\text{O}_2}(S) = \frac{5 \cdot C_{\text{MnO}_4^-} \cdot V_{\text{MnO}_4^-}(E)}{2 \cdot V_{\text{H}_2\text{O}_2}}$$

$$\Leftrightarrow C_{\text{H}_2\text{O}_2}(S) = \frac{5 \times 2,00 \times 10^{-2} \times 13,1}{2 \times 1,00}$$

$$\Leftrightarrow C_{\text{H}_2\text{O}_2}(S) = 6,53 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

2

3

Détermination du titre de la solution commerciale.

Le titre d'une solution d'eau oxygénée s'exprime en Volumes.

On utilise l'équation de dismutation de l'eau oxygénée $2 \text{H}_2\text{O}_2(l) = \text{O}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$ et sachant que le volume molaire d'un gaz dans ces conditions est égal à 24 L.mol⁻¹, en déduire le titre de la solution commerciale titrée.

2

Avec 1,0 L de solution commerciale, on peut écrire en tenant compte des coefficients stœchiométriques

de la réaction de dismutation que $\frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{1}$

$$\Leftrightarrow n_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2}$$

$$\Leftrightarrow n_{\text{O}_2} = \frac{C_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2}$$

$$\Leftrightarrow n_{\text{O}_2} = \frac{6,53 \times 10^{-1} \cdot 1,0}{2}$$

$$\Leftrightarrow n_{\text{O}_2} = 0,327 \text{ mol.L}^{-1}$$

3

Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire est égal à 24,0 L.mol⁻¹

Alors $V_{\text{O}_2} = 0,327 \times 24,0 = 7,84 \text{ L}$

2

Discussion

Résultats des différents groupes de la classe.

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
Concentration de l'eau oxygénée (Volume)	7,60	7,82	7,8	7,88	7,00	7,95	7,83	7,85

1

Présenter le résultat en tenant compte de l'ensemble des résultats, sous la forme :

$$C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \overline{C_{\text{H}_2\text{O}_2}} \pm \widehat{u}_C \quad \text{Avec } \widehat{u}_C = \frac{s_x}{\sqrt{N}}$$

$$\overline{C_{\text{H}_2\text{O}_2}} = 7,72 \text{ V} \quad s_x = 0,3062 \text{ V} \quad \widehat{u}_C = \frac{s_x}{\sqrt{N}} = \frac{0,3062}{\sqrt{8}} = 0,8662 \text{ V}$$

3

Soit avec un arrondi par excès avec 2 chiffres significatifs : $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = (7,72 \pm 0,87) \text{ V}$