

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Titration de l'eau oxygénée par les ions permanganate

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Titration avec suivi colorimétrique. Réaction d'oxydoréduction support du titrage; changement de réactif limitant au cours du titrage. Définition et repérage de l'équivalence. <input type="checkbox"/> Réaliser un titrage direct avec repérage colorimétrique de l'équivalence pour déterminer la quantité de matière d'une espèce dans un échantillon.	1 ^{ère} Spé
	🕒 Durée
	2 h

Contexte : le contrôle qualité

Il s'agit de vérifier, à l'aide ici d'une transformation chimique, les indications de l'étiquette d'un produit industriel. Nous allons ainsi titrer, c'est-à-dire doser en faisant réagir chimiquement l'espèce chimique à quantifier, une solution d'eau oxygénée du commerce.

📄 Document 1: Eau oxygénée

L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , utilisée comme antiseptique ou agent de blanchiment. Le peroxyde d'hydrogène appartient à deux couples oxydant-réducteurs :

- Il est le réducteur du couple $O_{2(g)}/H_2O_{2(l)}$
- Il est l'oxydant du couple $H_2O_{2(l)}/H_2O_{(l)}$

De ce fait, peroxyde d'hydrogène n'est pas stable et une eau oxygénée se dégrade par une réaction lente du peroxyde d'hydrogène sur lui-même produisant du dioxygène et de l'eau, nommée dismutation.

📄 Document 2: Concentration en eau oxygénée

Sur les flacons d'eau d'oxygénée, il n'est pas écrit la concentration en peroxyde d'hydrogène, mais l'indication « x volumes ». Il s'agit du volume de dioxygène, exprimé en L, que produirait la dismutation complète du peroxyde d'hydrogène contenu dans 1 L de cette solution, dans les conditions où le volume molaire est $V_m = 24,0 L \cdot mol^{-1}$. Par exemple, 1 L d'eau oxygénée à 10 volumes produira 10 L de dioxygène après réaction de tout le peroxyde d'oxygène contenue. On peut montrer qu'une telle indication correspondant à une concentration en quantité de matière de $0,83 mol \cdot L^{-1}$.

Votre mission : titrage de l'eau oxygénée

L'objectif est donc de vérifier si l'eau oxygénée de laboratoire est effectivement à 10 volumes, comme annoncé par l'étiquette du flacon. Pour cela, nous n'allons pas attendre la dismutation complète en recueillant le dioxygène produit car cette transformation est très lente. Nous allons donc plutôt faire réagir tout le peroxyde d'hydrogène contenu dans la solution avec les ions permanganate d'un volume connu d'une solution aqueuse acidifiée de permanganate de potassium de concentration molaire $C = 2,00 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$. Cette réaction, qui est totale et rapide, est appelée réaction du titrage.

✂ Sur la paillasse

- Agitateur magnétique + barreau aimanté
- Burette graduée de 25 mL + support
- Verre à pied
- Bêchers 150 mL et 25 mL
- Fiole jaugée 50 mL + bouchon
- Pipettes jaugées 10 mL et 5 mL + propipette
- Pissette d'eau distillée
- Flacon 50 mL de solution aqueuse de permanganate de potassium, $C = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1 Travail préliminaire

Dans tout ce qui suit, on supposera que les ions hydrogène $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ nécessaires aux réactions, et apportés par un ajout d'acide sulfurique, sont en excès.

1. (a) À partir des demi-équations électroniques, écrire l'équation de la réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène.

.....

- (b) Sachant que l'ion permanganate appartient au couple $\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}/\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$, déterminer le couple du peroxyde d'hydrogène qui va intervenir lors du titrage.

.....

- (c) En déduire l'équation de la réaction de titrage du peroxyde d'oxygène par les ions permanganate.

.....

En solution aqueuse, le peroxyde d'hydrogène est incolore et les ions permanganate sont violets. On appelle équivalence du titrage l'état du système chimique où les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. Ainsi, tous les réactifs ont réagi entièrement car une réaction de titrage est toujours totale et rapide.

2. Le système chimique est constitué par la solution de peroxyde d'hydrogène à laquelle on ajoute petit à petit au cours du temps la solution de permanganate de potassium.

- (a) Quelle est la couleur du système chimique initialement ?

.....

- (b) Avant l'équivalence, quel est le réactif en excès ? en défaut ? En déduire la couleur du système chimique.

.....

(c) Après l'équivalence, quel est le réactif en excès ? en défaut ? En déduire la couleur du système chimique.

.....

3. (a) Expliquer comment repérer expérimentalement l'équivalence du titrage. Justifier que l'on parle de titrage colorimétrique.

.....

(b) On appelle volume équivalent V_E le volume de solution de permanganate que l'on doit verser pour observer l'équivalence. À l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer le volume équivalent si l'on titre $V_0 = 10.0$ mL d'eau oxygénée supposée effectivement à 10 volumes comme annoncé. Pour cela, on calculera la quantité de matière à l'état initial de l'eau oxygénée, on considérera que la réaction est totale, et on déterminera l'avancement maximal.

.....

(c) Justifier que l'on titre plutôt une solution diluée d'eau oxygénée.

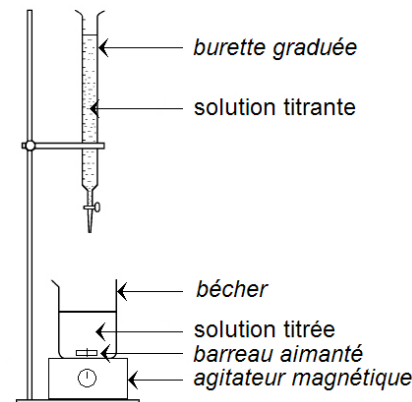
.....

(d) Nous allons titrer la solution obtenue en diluant 10 fois la solution commerciale d'eau oxygénée. À l'aide du matériel disponible, rappeler comment procéder pour réaliser cette dilution.

.....

2 Montage expérimental

Le montage d'un titrage comporte toujours un agitateur magnétique (attention à ne pas jeter le barreau aimanté associé à la fin du titrage. . .) afin que le mélange réactionnel soit bien homogène. La solution titrée est la solution de concentration inconnue, mais de volume connu précisément ; ici il s'agit de la solution diluée d'eau oxygénée. La solution titrante est de concentration connue, et son volume versé pour atteindre l'équivalence est mesurée précisément grâce à la burette ; ici il s'agit de la solution de permanganate de potassium. Pour un dosage colorimétrique, on peut ajouter une feuille de papier blanc sous le bécher afin de bien percevoir les changements de couleur.



3 Réalisation

4. Suivre le protocole expérimental suivant :

1. Réaliser la dilution au dixième de la solution commerciale.
2. Prélever 10.0 mL de cette solution et les placer dans le bécher. Ajouter avec prudence 10 mL d'acide sulfurique concentré et le barreau aimanté.
3. Rincer la burette à l'eau distillée, puis avec la solution de permanganate de potassium. Remplir la burette de la solution de permanganate de potassium et faire le zéro.
4. Placer le bécher sous la burette et commencer à agiter doucement (sans tourbillon !).
5. Grâce au travail préliminaire, nous avons une idée de la valeur du volume équivalent (théorique, si les indications de l'étiquette sont vraies). Nous cherchons à mesurer le volume équivalent de manière expérimental, mais le volume théorique attendu va nous servir de guide. En effet, jusqu'à $V_E - 2.0$ mL, on verse la solution titrante mL par mL, en marquant une pause pour observer à chaque fois. Ensuite, lorsque l'on s'approche de V_E , on verse goutte à goutte. Noter la valeur expérimentale de V_E .

4 Exploitation

5. À l'aide du travail préliminaire, déterminer la concentration en quantité de matière dans la solution diluée, puis dans la solution commerciale. Comparer à la valeur attendue par un calcul d'écart relatif et conclure en exposant les sources d'erreurs éventuelles. Conclure sur l'ensemble de la séance.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....