

Contrôle B Titrages colorimétriques

Contrôle d'une eau oxygénée, fixateur photographique à renouveler ?

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Les résultats numériques sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique. Toute démarche, même incomplète, sera valorisée.

Exercice 1 Questions de cours

4 pts ●●●○

On titre une solution de diiode par une solution de thiosulfate de sodium. De l'empois d'amidon est ajouté au cours du titrage. La figure 1 représente, dans le désordre, le contenu de l'erlenmeyer à quatre instants.

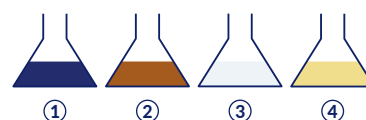


Figure 1 — Quatre instants du titrage

- 1.1 Classer les dessins dans l'ordre chronologique. Entre quels dessins l'empois a-t-il été ajouté ? Entre quels dessins l'équivalence a-t-elle été atteinte ?
- 1.2 Vrai ou faux ? « À l'équivalence, la quantité de réactif titrant versée est toujours égale à la quantité initiale de réactif titré. »
- 1.3 Pourquoi la réaction support d'un titrage doit-elle être rapide ?
- 1.4 Comment évolue la quantité de réactif titrant présente dans l'erlenmeyer avant, puis après l'équivalence ?
- 1.5 Quelle verrerie utilise-t-on pour prélever la prise d'essai ? pour verser la solution titrante ?

Exercice 2 Une eau oxygénée officinale

9 pts ●●●○

L'eau oxygénée officinale, vendue en pharmacie comme antiseptique, est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 . L'étiquette d'un flacon neuf indique : « peroxyde d'hydrogène 3 % », ce qui correspond à une concentration en masse $c_{m,\text{réf}} = 30 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Protocole. On dilue dix fois l'eau oxygénée (solution S_1). On titre $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de S_1 , acidifiée par de l'acide sulfurique, par une solution de permanganate de potassium de concentration $c_T = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. La figure 2 montre la burette (de 25 mL) au moment de l'équivalence.

■ **DONNÉES** Couples : $\text{MnO}_4^- (\text{aq})/\text{Mn}^{2+} (\text{aq})$ et $\text{O}_2 (\text{g})/\text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq})$ • $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ • seuls les ions permanganate sont colorés (violets)



Figure 2 — Burette à l'équivalence (agrandie)

- 2.1 Écrire les demi-équations électroniques, puis montrer que l'équation de la réaction support s'écrit $2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) + 6 \text{H}^+ (\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$. Pourquoi faut-il acidifier S_1 ?

- 2.2** Pourquoi n'est-il pas nécessaire d'ajouter un indicateur coloré ? Décrire l'observation qui permet de repérer l'équivalence.
- 2.3** Établir la relation à l'équivalence entre la concentration c_1 de S_1 , V_0 , c_T et V_E .
- 2.4** Calculer le volume équivalent attendu si l'étiquette est exacte. Justifier l'intérêt de la dilution, puis décrire la préparation de 50,0 mL de S_1 (verrerie, étapes).
- 2.5** Lire le volume équivalent V_E sur la figure 2. En déduire c_1 , puis la concentration en masse c_m de l'eau oxygénée.
- 2.6** L'incertitude-type relative sur le résultat est estimée à 1,0 %. Calculer $u(c_m)$, puis le quotient $|c_m - c_{m,\text{réf}}|/u(c_m)$. Le résultat est-il compatible avec l'étiquette (on considère que c'est le cas si ce quotient est inférieur à 2) ?
- 2.7** Au contact de l'air et de la lumière, la réaction $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ décompose lentement le peroxyde d'hydrogène. Le flacon étudié précédemment est conservé ouvert pendant plusieurs mois ; le même protocole donne alors $V'_E = 15,0 \text{ mL}$. Quel pourcentage du peroxyde d'hydrogène présent lors de la première mesure s'est décomposé ?

Exercice 3 Faut-il renouveler le fixateur ?

7 pts ●●●

En photographie argentique, après le révélateur, le film est plongé dans un bain de fixateur, solution de thiosulfate de sodium qui élimine les sels d'argent restants. Au fil des utilisations, le thiosulfate est consommé.

■ DOCUMENT 1 — Préparation et entretien du bain

Le bain neuf est préparé en dissolvant 240 g de thiosulfate de sodium pentahydraté $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ($M = 248,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) par litre de solution. Le bain doit être renouvelé dès que sa concentration en ions thiosulfate libres devient inférieure à 60 % de sa valeur initiale.

■ DOCUMENT 2 — Titration d'un bain usagé

On prélève $V_0 = 5,0 \text{ mL}$ de bain usagé à la pipette jaugée, on ajoute de l'eau distillée et de l'empois d'ami-don, puis on titre par une solution de diiode de concentration $c_T = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équivalence est obtenue pour $V_E = 13,2 \text{ mL}$. On admet que seuls les ions thiosulfate libres réagissent avec le diiode, selon la réaction d'équation $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq})$.

- 3.1** Identifier le réactif titrant et le réactif titré. Décrire le changement de couleur observé à l'équivalence et l'interpréter.
- 3.2** L'ajout d'eau distillée dans l'erlenmeyer avant le titrage modifie-t-il la valeur du volume équivalent ? Justifier.
- 3.3** Le bain doit-il être renouvelé ? La démarche suivie sera présentée de façon claire et complète.
- 3.4** Plutôt que de jeter le bain, on peut le « régénérer ». Quelle masse de thiosulfate de sodium pentahydraté faut-il dissoudre dans 1,0 L de bain usagé pour lui rendre sa concentration initiale (on néglige la variation de volume) ?