Devoir surveillé – Titrage : déterminer une quantité de matière

Le titrage direct d'une espèce en solution : titré, titrant et réaction support d'oxydoréduction ; l'évolution des quantités de matière et le changement de réactif limitant au cours du titrage ; la définition de l'équivalence et la relation entre les quantités de réactifs introduites ; le repérage de l'équivalence par un changement de couleur ; la réalisation d'un titrage et l'exploitation du volume équivalent.

Durée : 60 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Titrer une solution de sulfate de fer(II) ★★ *(4 pts)*

On veut déterminer la concentration en ions fer(II) d'une solution de sulfate de fer(II). On en prélève 20,0 mL, on les acidifie, puis on verse une solution de permanganate de potassium de concentration connue. Équation : $\mathrm{MnO_4^-(aq) + 5\,Fe^{2+}(aq) + 8\,H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 5\,Fe^{3+}(aq) + 4\,H_2O(\ell)}$. Le permanganate est violet ; les autres espèces sont presque incolores aux concentrations utilisées.

a) Nommer le réactif titré et le réactif titrant, et indiquer la verrerie qui contient chacun d'eux.

b) Donner les trois qualités que doit avoir la réaction support d'un titrage.

c) Décrire la couleur du mélange avant l'équivalence, puis juste après, et justifier.

d) Les ions $\mathrm{H^+}$ figurent dans l'équation. Expliquer pourquoi ils ne sont ni le titré ni le titrant.

Exercice 2 – Avant et après l'équivalence ★★ *(4 pts)*

On titre 20,0 mL d'eau oxygénée à $5{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ par une solution acidifiée de permanganate à $2{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$. Équation : $\mathrm{2\,MnO_4^- + 5\,H_2O_2 + 6\,H^+ \rightarrow 2\,Mn^{2+} + 5\,O_2 + 8\,H_2O}$; les ions $\mathrm{H^+}$ sont en excès.

a) Calculer la quantité initiale de peroxyde d'hydrogène, puis le volume équivalent.

b) Pour $\mathrm{V = 10{,}0\ mL}$ versés, déterminer le réactif limitant et la quantité de peroxyde d'hydrogène restant.

c) Pour $\mathrm{V = 25{,}0\ mL}$ versés, déterminer la quantité d'ions permanganate présents dans le bécher.

d) Expliquer en une phrase ce qu'est le « changement de réactif limitant » au cours de ce titrage.

Exercice 3 – La relation à l'équivalence ★★ *(4 pts)*

Une solution de sel de Mohr contient des ions fer(II). On en titre 20,0 mL par une solution acidifiée de dichromate de potassium à $1{,}20 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, avec un indicateur coloré ; le volume équivalent vaut 14,5 mL. Équation : $\mathrm{Cr_2O_7^{2-} + 6\,Fe^{2+} + 14\,H^+ \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O}$.

a) Définir l'équivalence d'un titrage.

b) À l'aide d'un tableau d'avancement à l'équivalence, établir la relation entre $\mathrm{n_0(Fe^{2+})}$ et la quantité d'ions dichromate versés.

c) Calculer la concentration en ions fer(II) de la solution.

d) Un élève écrit $\mathrm{C_A V_A = C_B V_E}$. Quelle valeur trouve-t-il ? Expliquer son erreur.

Exercice 4 – Le thiosulfate d'un bain fixateur ★★★ *(4 pts)*

Un bain fixateur de photographie argentique est préparé en dissolvant du thiosulfate de sodium seul dans l'eau, pour obtenir 0,80 mol·L^{-1} en ions thiosulfate. On dilue le bain 50 fois, puis on titre 10,0 mL de la solution diluée, additionnés d'empois d'amidon, par une solution de diiode à $5{,}00 \times 10^{-3}$ mol·L^{-1}. Le volume équivalent vaut 15,6 mL. Équation : $\text{I}_2 + 2\ \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\ \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$. Seul le diiode est coloré.

a) Décrire le changement de couleur observé à l'équivalence et l'expliquer.

b) Établir la relation entre la quantité d'ions thiosulfate titrés et la quantité de diiode versée à l'équivalence.

c) Calculer la concentration en ions thiosulfate de la solution diluée, puis celle du bain.

d) Comparer à la valeur visée par un écart relatif et conclure.

Exercice 5 – Protocole et erreurs de manipulation ★★★ *(4 pts)*

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves titrent 10,0 mL d'une solution d'ions fer(II) par le permanganate à $1{,}00 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1} ($1\ \text{MnO}_4^-$ pour $5\ \text{Fe}^{2+}$). Un premier titrage, millilitre par millilitre, montre que la teinte rose apparaît entre 12 et 13 mL.

a) Décrire la préparation de la burette avant le titrage.

b) Expliquer l'intérêt de ce premier titrage rapide et décrire le second.

c) Le second titrage donne $\text{V}_\text{E} = 12{,}40$ mL. Calculer la concentration en ions fer(II).

d) Un groupe utilise une pipette jaugée encore mouillée d'eau distillée pour prélever la prise d'essai. Prévoir l'effet sur V_E et sur la concentration trouvée.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).