

Compte-rendu de TP N°24 : Titrage Redox Potentiométrique

Redox potentiométrique des ions Fer (II) par les ions Cérium (IV)

MARINI, BOULCH, BARTHE-BITEAUD, MILLIMONO

1 Objectif

L'objectif est de déterminer la concentration inconnue C_0 d'une solution de sel de Mohr (contenant les ions Fe^{2+}) en réalisant un titrage par les ions Cérium (IV) (Ce^{4+}).

2 Hypothèses

Nous supposons que la réaction entre les ions Fer (II) et Cérium (IV) est totale, rapide et unique. Le saut de potentiel observé sur la courbe $U = f(V)$ doit permettre de localiser précisément l'équivalence.

3 Matériel et équipements

- Électrode de mesure en Platine et électrode de référence au calomel saturée (ECS).
- Voltmètre, agitateur magnétique, béchers et burette graduée.
- Solution de cérium (IV) à $C = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ et prise d'essai de fer (II) de $V_0 = 10,0 \text{ mL}$.

4 Principe théorique

1. Équations :

- Demi-équation du couple titré : $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$.
- Demi-équation du couple titrant : $\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- = \text{Ce}^{3+}$.
- Équation globale : $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} = \text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+}$.

2. Constante d'équilibre K : À l'équilibre, l'égalité des potentiels $E_1 = E_2$ mène à :

$$0,06 \log \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{Ce}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ce}^{4+}]} = E_2^0 - E_1^0 \implies \log K = \frac{E_2^0 - E_1^0}{0,06}$$

Avec $E_1^0 = 0,77 \text{ V}$ et $E_2^0 = 1,44 \text{ V}$, on obtient $K \approx 1,4 \times 10^{11}$

3. Propriétés : La réaction est totale ($K \gg 10^4$) et respecte les conditions du titrage

5 Protocole expérimental

1. Introduire $10,0 \text{ mL}$ de solution de fer (II) dans un bécher.
2. Placer les électrodes et mesurer la tension initiale U .
3. Verser la solution de cérium (IV) mL par mL , puis plus précisément autour de l'équivalence.

6 Réalisation

On trouve à l'aide d'un titrage avec colorimétrie $V_{eq} \approx 12,15 \text{ mL}$ Ensuite on mesure le potentiel électrique de la solution et on retranscrit les valeurs dans regressi et on trace le graphe.

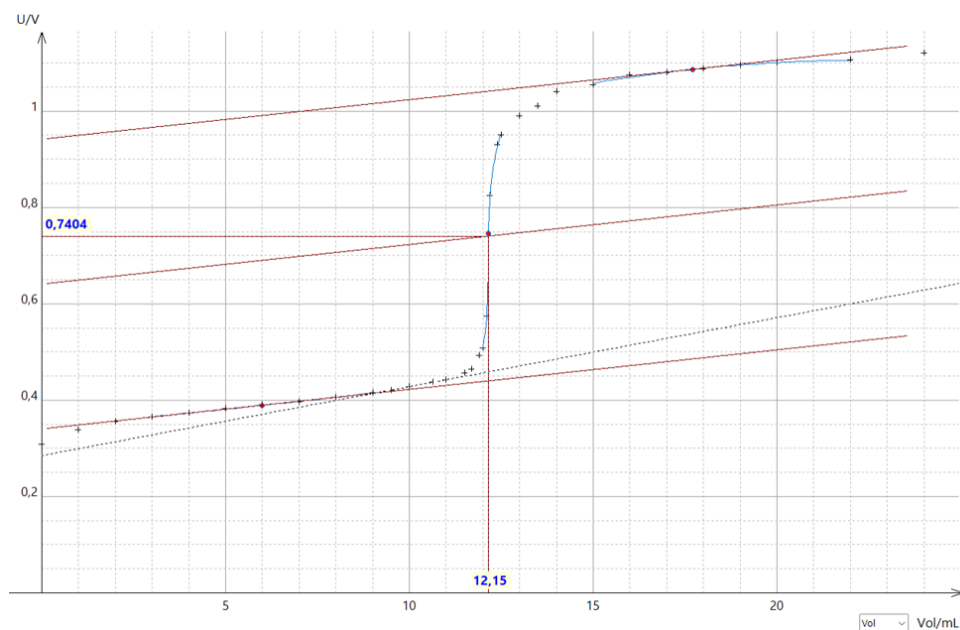


FIGURE 1 – Courbe de titrage potentiométrique $U = f(V)$ - Détermination du volume équivalent $V_{eq} = 12,15$ mL par la méthode des tangentes.

7 Observations et interprétations qualitatives

On observe une faible variation de la tension au début du titrage, suivie d'une brusque augmentation (saut de potentiel) indiquant le passage par l'équivalence.

8 Résultats quantitatifs

D'après l'exploitation de la courbe :

— **Volume équivalent** : $V_{eq} = 12,15$ mL.

— **Calcul de la concentration** :

$$C_0 = \frac{V_{eq} \cdot C}{V_0} = \frac{12,15 \times 0,1}{10} = 0,1215 \text{ mol L}^{-1}$$

9 Analyse des résultats

Réponses aux questions d'analyse 4 à 10 :

4. Le volume équivalent est $V_{eq} = 12,15$ mL.
5. Relation à l'équivalence : $C_0 V_0 = V_{eq} C$.
6. On en déduit $C_0 \approx 0,12 \text{ mol L}^{-1}$.
7. **À la demi-équivalence** ($V = V_{eq}/2$) : $[\text{Fe}^{3+}] = [\text{Fe}^{2+}]$, donc $E_1 = E_1^0 = 0,77 \text{ V}$.
8. **Comparaison** : La tension théorique est $U = E_1 - E_{ECS} = 0,77 - 0,241 = 0,529 \text{ V}$.
Expérimentalement, vous avez relevé $U_{1/2} = 0,430 \text{ V}$.
9. **À la double équivalence** ($V = 2V_{eq}$) : $[\text{Ce}^{4+}] = [\text{Ce}^{3+}]$, donc $E_2 = E_2^0 = 1,44 \text{ V}$.
10. **Comparaison** : La tension théorique est $U = E_2 - E_{ECS} = 1,44 - 0,241 = 1,199 \text{ V}$. La valeur expérimentale relevée est $U = 1,16 \text{ V}$.

10 Conclusion

Le titrage potentiométrique a permis de déterminer la concentration C_0 de la solution de fer (II). Les résultats expérimentaux sont globalement cohérents avec la théorie, bien que l'on observe un léger décalage des potentiels dû aux conditions réelles de manipulation (potentiels formels en milieu acide).