

TP - TITRAGE DES IONS CHLORURE AVEC SUIVI CONDUCTIMETRIQUE

Objectifs : Analyser un système par des méthodes chimiques :

Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale.

Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.

Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires.

Mettre en œuvre le suivi conductimétrique d'un titrage.

Problématique : Déterminer la concentration en quantité de matière en ion chlorure Cl^- dans la solution préparée à partir d'un absorbeur d'humidité $\text{CaCl}_2(\text{s})$, puis en déduire le % massique en $\text{CaCl}_2(\text{s})$ dans l'absorbeur d'humidité.

Données :

Définition : % massique = masse de solide dans 100 g de solution.

Solution S_1 à titrer (= solution dont on cherche la concentration) : Au laboratoire, on a dilué 10 fois la solution S_0 d'absorbeur d'humidité de concentration initiale $C_0 = 1,00 \text{ g.L}^{-1}$.

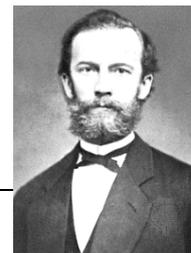
I. Titrage conductimétrique des ions chlorure

1. Rincer puis remplir la burette graduée avec la solution titrante de nitrate d'argent ($\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{Ag}^+_{(\text{aq})}$) de concentration $C_2 = 10,0 \text{ mmol.L}^{-1}$. Ajuster le zéro.
2. Verser un volume $V_1 = 100,0 \text{ mL}$ précis dans une fiole jaugée de $100,0 \text{ mL}$ (à l'aide d'un entonnoir et d'une pipette plastique) de la solution S_1 puis les transvaser dans un bécher (rincer la fiole jaugée) et ajouter environ 80 mL d'eau distillée et un barreau aimanté.
3. Placer le bécher sur un agitateur magnétique avec une agitation régulière.
4. Rincer la sonde du conductimètre, et l'essuyer avec du papier Joseph, puis placer la cellule conductimétrique dans le bécher.
5. Relever la conductivité σ initiale de la solution à titrer.
6. Préparer un tableau de mesures (σ, V).
7. Ajouter à la burette graduée la solution de nitrate d'argent, mL par mL, jusqu'à $V_2 = 20 \text{ mL}$ en relevant la conductivité σ de la solution après chaque ajout.

II. Exploitation

1. Légender le schéma du dispositif de titrage (ci-contre).
2. Tracer, avec un tableur, la courbe $\sigma = f(V_2)$ avec V_2 le volume de solution de nitrate d'argent versé.
Déterminer le point E appelé *point équivalent*, et relever V_E . (Tracer les deux portions de droite du graphe et repérer leur point d'intersection).
3. Ecrire l'équation de la réaction de dissolution dans l'eau du chlorure de calcium (solide).
Établir un tableau d'avancement (ou d'évolution) pour déterminer la relation entre $[\text{Cl}^-]$ et C_1 .
4. Ecrire l'équation de la réaction de support de titrage. Établir le tableau d'avancement (ou d'évolution) de cette transformation.

5. A l'équivalence, quelle relation existe-t-il entre la quantité d'ions argent versé $(n_{Ag^+})_E$ et celle d'ions chlorure n_{Cl^-} (initial), initialement présente ?
6. Déterminer la concentration molaire effective $[Cl^-]$ des ions chlorure dans la solution S_1 .
7. Calculer la concentration molaire apportée en $CaCl_2$ (s) de la solution S_1 .
8. En déduire le pourcentage massique en chlorure de calcium dans l'absorbant d'humidité.
9. Interprétation de l'allure de la courbe $\sigma = f(V_2)$
 - a) Avant l'équivalence : Quel est le réactif limitant ? Quels sont les ions qui apparaissent et qui disparaissent en solution ? Justifier qualitativement l'évolution de la conductivité σ .
 - b) Après l'équivalence : mêmes questions.



Friedrich Kohlrausch (1840-1910)
Physicien allemand qui étudia la conductivité des électrolytes.

Données :

♦ **Masses molaires (en $g.mol^{-1}$) :** Cl 35,5 Ca : 40,1

♦ **Conductivité σ d'une solution ionique (Loi de Kohlrausch) :**

$$\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$$

avec σ en $S.m^{-1}$, λ_i conductivité molaire ionique en $S.m^2.mol^{-1}$
 $[X_i]$ concentration effective de l'ion X_i en solution en $mol.m^{-3}$.

♦ **Conductivités molaires ioniques λ à 25°C :**

| Ions | Cl^- | NO_3^- | Ag^+ |
|---------------------------------|--------|----------|--------|
| λ ($mS.m^2.mol^{-1}$) | 7,63 | 7,14 | 6,2 |

