



TITRAGE D'UNE SOLUTION ACIDE SUIVI PAR CONDUCTIMÉTRIE

Objectifs : vérifier le dosage d'une espèce chimique à l'aide d'un titrage



Problématique : L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène HCl , un acide fort et corrosif. Utilisé couramment dans l'industrie pour le décapage des métaux, il sert aussi à ajuster le pH de certaines solutions et, à plus faible concentration, il peut être utilisé comme produit d'entretien domestique pour dissoudre le calcaire et détartrer.

On peut trouver dans certains magasins de bricolage de l'acide chlorhydrique à 23 %, à utiliser en dilution (30 % d'acide pour 70 % d'eau).

Comment exploiter un titrage suivi par conductimétrie afin de vérifier la composition du produit ?



Titre massique



Noté t ou w , le titre massique désigne la proportion que représente la masse d'un soluté par rapport à la masse de la solution : $t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$.
Sa valeur, comprise entre 0 et 1, est souvent exprimée en %.

Données



- Conductivités molaires ioniques λ à température ambiante, exprimées en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$:
Ion sodium : 5,01 ; ion chlorure : 7,63 ; ion oxonium H_3O^+ : 35,0
Ion hydroxyde HO^- : 19,8.
- Masse volumique de la solution d'acide chlorhydrique : $1120 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Masse molaire du chlorure d'hydrogène : $36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Protocole



- Remplir la burette avec une solution titrante de concentration connue ;
- à l'aide d'une pipette jaugée, prélever la solution à titrer et l'introduire dans un bécher de 250 mL ;
- ajouter au bécher environ 100 mL d'eau distillée et placer le bécher sur un agitateur magnétique ;
- brancher la cellule conductimétrique à l'interface d'acquisition et lancer Latis-Pro : le logiciel reconnaît la sonde et demande un étalonnage (suivre les indications) ;
- plonger la cellule conductimétrique dans le bécher ;
- noter la valeur initiale de la conductivité σ_0 ;
- ajouter la solution titrante mL par mL : à chaque ajout, mesurer la conductivité σ de la solution ;
- construire la représentation graphique de la conductivité en fonction du volume versé : $\sigma = f(V)$.

La solution notée S_A , de concentration c_A en acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, $\text{Cl}^-(\text{aq})$), a été réalisée en diluant 200 fois la solution commerciale, dont la concentration c_0 est à déterminer. On va réaliser le titrage d'un volume $V_A = (20,0 \pm 0,1) \text{ mL}$ de solution S_A par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_B = (50 \pm 2) \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

ANALYSER

Identifier la transformation à l'œuvre

A B C D

- Préciser quelle est la solution titrante et quelle est la solution titrée.
- Indiquer quel type de réaction aura lieu. Préciser les ions qui vont réagir, ceux qui seront formés et les ions spectateurs de cette réaction.
- Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- Réaliser le schéma du montage à mettre en œuvre.

RÉALISER

Suivre un protocole

A B C D

- Réaliser le protocole fourni ci-dessus.

ANALYSER

Expliquer les résultats obtenus sous forme de graphique

A B C D

- Décrire la courbe obtenue.

Évolution des quantités de matière en ions présents dans le système



Ions présents en solution	Évolution des quantités de matière	
	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
Ion oxonium	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =
Ion chlorure	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =
Ion hydroxyde	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =
Ion sodium	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =	☐ ↗ ☐ ↘ ☐ =

7. Dans le tableau fourni, cocher pour chaque ion la case qui indique comment varie la quantité de matière durant le titrage dans le système (augmente, diminue, ne varie pas).
8. Exploiter le tableau ainsi rempli et les valeurs des conductivités molaires ioniques des ions pour expliquer l'allure de la courbe obtenue, avant et après l'équivalence du titrage.
9. Déterminer graphiquement la valeur du volume équivalent V_E du titrage.
10. Calculer le titre massique t de la solution commerciale à l'aide des résultats expérimentaux.

L'incertitude-type sur la masse d'acide, $u(t)$ s'exprime selon l'égalité suivante :

$$u(t) = t \cdot \sqrt{\left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(c_B)}{c_B}\right)^2} \text{ avec } u(V_E) = 0,03 \cdot V_E$$

VALIDER*Confronter une valeur de référence aux résultats expérimentaux***A B C D**

11. Calculer $u(t)$.
12. Vérifier l'adéquation entre la valeur de référence du titre massique et sa valeur mesurée expérimentalement à l'aide du calcul du z-score $z = \left| \frac{t_{exp} - t_{ref}}{u(t)} \right|$.