

## Sujet Centrale

### Autour du chlorure de calcium

Le chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2$  est un composé très utilisé : dégivrage/dépoussiérant ; additif alimentaire (conservation du croquant des cornichons), desséchant.

On souhaite déterminer l'enthalpie de dissolution du chlorure de calcium anhydre. Cependant, vu que le chlorure de calcium est potentiellement hydraté, l'étude calorimétrique ne suffit pas, un dosage est alors nécessaire afin de connaître la quantité de chlorure de calcium.

## A Détermination du transfert thermique

### A.I Détermination de la valeur en eau du calorimètre

On rappelle que la valeur en eau  $\mu$  d'un calorimètre est la masse d'eau correspondante à sa capacité thermique.

**Q.1.** Proposer un protocole permettant de déterminer la valeur en eau du calorimètre.

**Appel 1 :** Faire valider le protocole proposé.

Mettre en œuvre le protocole proposé et validé par l'examineur.

**Q.2.** Déterminer la valeur en eau du calorimètre utilisé.

### A.II Dissolution du chlorure de calcium

#### A.II.1 Protocole

- Peser précisément environ 200 g d'eau et l'introduire dans le calorimètre. Mesurer la température  $T_i$  à l'équilibre thermique.
- Déclencher un chronomètre.
- Noter l'instant  $t_0$  de l'ajout de 6.00 g de chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2 (s)$ .
- Relever la température pendant 7 minutes toutes les minutes.

#### A.II.2 Questions

**Q.3.** A partir de la courbe  $T = f(t)$ , déterminer la valeur théorique de la température finale en l'absence de pertes thermiques.

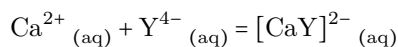
**Q.4.** Calculer alors le transfert thermique libéré par la dissolution du chlorure de calcium.

#### A.II.3 Préparation de la solution S

- Placer le contenu du calorimètre dans une fiole jaugée de 250 mL, et compléter à l'aide d'eau distillée.
- Cette solution est appelée désormais la solution S.

## B Détermination de la quantité en ion calcium

Le dosage de l'ion calcium s'effectue à l'aide d'EDTA, notée  $Y^{4-}$ . Le calcium forme un complexe avec l'EDTA selon la réaction suivante :



Cependant, aucune espèce de l'équation précédente n'est colorée, il faut utiliser un indicateur coloré.

### B.I Choix de l'utilisation de l'indicateur coloré

Le choix de l'indicateur coloré est crucial, cependant le pH aussi car l'indicateur coloré possède des couleurs différentes à différents pH.

On dispose de :

- deux indicateurs colorés : le NET ou l'indicateur de Patton et Reeder
- deux solutions basiques : une solution tampon à pH 10 ou une solution de soude NaOH à 5 mol/L.

**Appel 2 :** A l'aide de tubes à essais, déterminer l'indicateur coloré et la solution basique à utiliser pour ce dosage. Expliquer le raisonnement à l'examineur.

### B.II Protocole

- Diluer d'un facteur 10 la solution **S** à l'aide de la fiole jaugée de 50 mL.
- Prélever 5 mL de la solution diluée, y introduire dans un erlenmeyer de 100 mL.
- Ajouter 10 mL de la solution basique choisie, et l'indicateur coloré.
- Doser par une solution d'EDTA à  $C_e = 5.0 \times 10^{-3}$  mol/L.

### B.III Questions

- Q.5.** Calculer la quantité de matière  $n_{Ca^{2+}}$  d'ion calcium dosée.
- Q.6.** Calculer l'incertitude-type  $u(n_{Ca^{2+}})$  sur la quantité de matière d'ion calcium dosée.
- Q.7.** Calculer une première valeur de l'enthalpie standard de dissociation du chlorure de calcium  $\Delta_{diss}H^\circ$ .

## C Détermination de la quantité en ion chlorure

### C.I Élaboration du protocole

On souhaite déterminer la concentration en ion chlorure dans la solution **S** à l'aide d'une solution d'ion argent  $Ag^+$  de concentration  $C_a = 0.1$  mol/L. Le suivi est réalisé à l'aide d'un conductimètre.

- Q.8.** Élaborer un protocole permettant de déterminer la concentration en ion chlorure dans la solution **S**.

**Appel 3 :** Faire valider le protocole proposé.

Mettre en œuvre le protocole proposé et validé par l'examineur.

### C.II Questions

- Q.9.** Calculer la quantité de matière  $n_{Cl^-}$  en ion chlorure **totale** de la solution **S**.
- Q.10.** Calculer l'incertitude-type  $u(n_{Cl^-})$  sur la quantité de matière d'ion chlorure totale de la solution **S**.
- Q.11.** Calculer une deuxième valeur de l'enthalpie standard de dissociation du chlorure de calcium  $\Delta_{diss}H^\circ$ .  
Indiquer la moyenne des deux valeurs trouvées.

## Documents

### Document 1 - Données physico-chimiques

- Capacité thermique massique de l'eau :  $c_{\text{eau}} = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Masses molaires (g/mol) : Cl : 35.5 ; Ca : 40.0
- $pK_s(\text{AgCl}) = 9.7$
- Pour les solutions d'EDTA et de nitrate d'argent, on considérera que  $u(C) = C/100$ .

### Document 2 - Sécurité

| Composé                 | Pictogrammes                                                                                                                                                        | Mentions de danger                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chlorure de calcium     |                                                                                    | H319: Provoque une sévère irritation des yeux.                                                                                                                                            |
| Solution d'EDTA         | -                                                                                                                                                                   | -                                                                                                                                                                                         |
| Nitrate d'argent (0.1M) |   | H315: Provoque une irritation cutanée.<br>H319: Provoque une sévère irritation des yeux.<br>H410: Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. |