

L'objectif du TP est la détermination des pH de précipitation de deux hydroxydes métalliques. On établit alors un protocole pour séparer les ions Fe III et Cuivre II d'une solution en contenant.

1. Préparation des solutions

- Calculer la masse de nitrate de fer III nonahydraté $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ à peser pour préparer 100 mL d'une solution de concentration en ions fer III $[\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}] = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- De même, calculer la masse de chlorure de fer II $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ à peser pour préparer 100 mL d'une solution de concentration en ions cuivre II $[\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}] = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données : $M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 404 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 170,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2. Aspect qualitatif

a. Ions fer III

- ↳ Introduire dans un tube à essais environ 3 mL de la solution contenant les ions fer III $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$.
- ↳ Ajouter quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$) à $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- Schématiser vos observations
- Écrire l'équation de la réaction de précipitation de l'hydroxyde de fer III.

b. Ions cuivre II : procéder de même pour l'étude des ions cuivre II.

3. Détermination expérimentale

a. Ions fer III

- ↳ Introduire dans un bécher 20 à 30 mL de la solution de nitrate de fer III.
- ↳ Placer la solution sous agitation.
- ↳ Introduire dans la solution une électrode combinée de pH reliée à un pH mètre.
- ↳ Acidifier la solution en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, afin d'avoir un pH initial proche de 1.
- ↳ À l'aide d'une pipette pasteur, ajouter goutte à goutte la solution de soude, jusqu'à l'apparition du précipité d'hydroxyde de fer III.
- ↳ Relever la valeur du pH d'apparition du précipité.

b. Ions cuivre II : procéder de même pour l'étude des ions cuivre II.

- Schématiser votre manipulation.
- Consigner dans un tableau les valeurs de pH mesurées.

4. Diagramme d'existence

- Sur un axe gradué en unité pH indiquer la valeur du pH de précipitation de l'hydroxyde de fer III.
- ↳ Placer de part et d'autre de cette valeur l'espèce chimique prédominante : ions fer III ou hydroxyde de fer III.
- Faire de même pour les ions cuivre II.

5. Protocole de séparation

↳ Introduire dans un bécher 20 mL de chacune des deux solutions.

- Proposer un protocole permettant de séparer les ions Fer III et Cuivre II du mélange. Faire valider le protocole avant de le réaliser.
- Ajouter quelque gouttes d'une solution contenant des ions thiocyanate $\text{SCN}^-_{(aq)}$ au filtrat pour conclure sur l'efficacité de la méthode.

Donnée : l'ion thiocyanate forme avec les ions fer III un ion complexe rouge sang caractéristique.








6. Détermination théorique

a. Ions fer III

- Écrire l'équation de la réaction de dissolution de l'hydroxyde de fer III. La constante associée à cette réaction $K_{S1} = 2,5 \cdot 10^{-38}$.
 - ↳ Établir la relation entre $[\text{Fe}^{3+}_{(aq)}]_{\text{éq.}}$, $[\text{HO}^-_{(aq)}]_{\text{éq.}}$ et K_{S1} lorsque le précipité est présent dans la solution.
 - ↳ En déduire une expression de $[\text{HO}^-_{(aq)}]_{\text{éq.}}$.
 - ↳ En considérant que la concentration en ion fer III n'a pas varié à l'apparition des premiers cristaux d'hydroxyde, calculer la concentration en ions hydroxyde $[\text{HO}^-_{(aq)}]_{\text{éq.}}$ lorsque le précipité apparaît.
- La prochaine séquence montrera que $[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}] \times [\text{HO}^-_{(aq)}]_{\text{éq.}} = 10^{-14}$.
 - ↳ En déduire la valeur de la concentration en ions oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}]$ lorsque le précipité apparaît.
- Enfin, la valeur du pH est donnée par la relation : $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}] / c^\circ)$ avec $c^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 - ↳ Calculer la valeur théorique du pH de précipitation de l'hydroxyde de fer III.

b. Ions cuivre II : procéder de même pour l'étude des ions cuivre II, avec $K_{S2} =$

Sécurité

| Substances chimiques et pictogrammes de sécurité | |
|---|--|
| <p>Hydroxyde de sodium $\text{NaOH}_{(s)}$</p>  <p>• H314 - provoque de graves brûlures et des lésions oculaires graves</p> | <p>Chlorure de cuivre dihydraté $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_{(s)}$</p>   <p>• H302 – Nocif en cas d'ingestion • H315 – Provoque une sévère irritation de la peau • H319 – Provoque une irritation cutanée • H410 – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme</p> |
| <p>Nitrate de fer (III), nonahydraté $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}_{(s)}$</p>   <p>• H272 – Peut aggraver un incendie ; comburant H315 – Provoque une irritation cutanée H319 – Provoque une sévère irritation des yeux</p> | <p>Thiocyanate de potassium $\text{K}^+_{(aq)} + \text{SCN}^-_{(aq)}$</p>   <p>• H302 - Nocif en cas d'ingestion. • H312 - Nocif par contact cutané. • H332 - Nocif par inhalation. • H412 - Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.</p> |