

MONTAGE 22

Expériences illustrant les propriétés d'un même élément à différents degrés d'oxydation

Introduction

- Élément (ensemble des atomes ayant le même nombre de protons Z) peut exister sous différentes formes et donc peut avoir différentes propriétés physiques et chimiques.
- Exemple du fer : élément très connu, métal très courant.
- Etude du fer à trois degrés d'oxydation différents à savoir le fer solide, l'ion fer (II) et l'ion fer (III).
- Diagramme potentiel-pH du fer pour illustrer les propos.

I. Tests caractéristiques

1. Pour caractériser l'ion fer (II)

Introduire quelques millilitres de sulfate de fer II à 0,1 mol/L dans un tube à essai. Rajouter quelques gouttes de soude à 0,5 mol/L. Observer le précipité.

| Il se forme un précipité vert d'hydroxyde de fer II caractéristique des ions fer II.

2. Pour caractériser l'ion fer (III)

Introduire quelques millilitres de sulfate de fer III à 0,1 mol/L dans un tube à essai. Rajouter quelques gouttes de soude à 0,5 mol/L. Observer le précipité.

| Il se forme un précipité brun d'hydroxyde de fer III caractéristique des ions fer III.

II. Le métal fer

1. Oxydation en fer (II)

Dans un tube à essai, introduire de la poudre de fer et quelques millilitres d'acide chlorhydrique à 0,1 mol/L. Caractériser le produit formé.

| L'oxydation du fer solide forme des ions fer II que l'on caractérise à l'aide du test effectué précédemment. Il est nécessaire de filtrer afin d'éliminer le fer solide restant au fond du tube à essai.

2. Oxydation en fer (III)

Dans un bécher, introduire 10 mL d'acide nitrique concentré (6 mol/L) et introduire un clou décapé. Observer et caractériser le produit formé.

| L'acide nitrique est à la fois un acide fort et un oxydant, de ce fait on passe directement au degré +III du fer. On caractérise les ions fer III par la couleur de la solution (couleur marron). Attention : formation de vapeurs toxiques de dioxyde d'azote, manipuler sous la sorbonne.

| Si on utilise une solution d'acide fumant, il va se former une couche protectrice d'oxyde de fer Fe_3O_4 sur le fer permettant de le protéger de la corrosion (phénomène de passivation).

III. L'ion Fe(II)

1. Caractérisations

- par la soude : voir I.
- par l'orthophénantroline

Dans un tube à essai, introduire quelques millilitres de solution de sulfate de fer II à 0,1 mol/L. Rajouter quelques gouttes d'orthophénantroline. Observer.

| Il se forme un complexe orangé de triphénantroline de fer II. La réaction associée est : $\text{Fe}^{2+} + 3\text{Phen} \rightarrow [\text{Fe}(\text{Phen})_3]^{2+}$.

2. Oxydation en fer (III)

Introduire quelques millilitres de solution de sulfate de fer II dans un tube à essai. Rajouter quelques millilitres de permanganate de potassium en milieu acide et quelques gouttes de solution d'ion manganèse II. Observer et caractériser.

| En milieu acide, le permanganate de potassium oxyde le fer II en fer III. Les ions manganèse II sont des catalyseurs de la réaction. On observe une décoloration de la solution, il se forme des ions fer III et des ions manganèse II. On caractérisera la formation d'ions fer III par la couleur de la solution et la l'orthophénantroline.

3. Dosage volumétrique

Dosage de 10 mL de solution de sel de Mohr 0,1 mol/L par une solution de permanganate de potassium 0,1 mol/L, en présence de 10 mL d'acide sulfurique 1 mol/L. L'équivalence sera repérée par le changement de teinte de la solution.

| On utilise les ions permanganate : la réaction est rapide, totale, et il n'est pas nécessaire de rajouter d'indicateur coloré : on est en présence d'un auto-indicateur. A l'équivalence, les ions permanganate sont en excès, la solution prend donc une teinte violette. L'acide est nécessaire sinon il se forme du dioxyde de manganèse (brun).

IV. L'ion Fe(III)

1. Caractérisations

- par la soude : voir I
- par les ions thiocyanate

Dans un tube à essai contenant une solution de chlorure de fer, introduire quelques gouttes de thiocyanate de potassium et observer.

| Il se forme un précipité rouge brique caractéristique de thiocyanate de fer III se l'équation $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

2. Réduction en fer (II)

Dans un tube à essai, introduire de la poudre de zinc et quelques millilitres de solution de chlorure de fer III. Caractériser le produit formé.

| La réduction des ions fer III par le zinc forme des ions fer II et des ions zinc II. On caractérisera la formation des ions fer II par la soude en ayant précédemment filtré la solution.

Conclusion

- fer = métal courant que l'on retrouve sous différentes formes dans la vie quotidienne
- diagramme potentiel-pH permet de connaître différents domaines de prédominance.