

Le modèle de la réaction d'oxydoréduction

1. Réaction entre le métal zinc et une solution de sulfate de cuivre

La transformation réalisée dans cette partie met en jeu les éléments cuivre et zinc. Elle peut être modélisée par une réaction d'oxydoréduction. L'étudier va permettre de découvrir ce modèle.

A. Transformation du système

On dispose initialement d'une plaque de zinc $Zn_{(s)}$ et d'une solution bleue de sulfate de cuivre $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$. La veille du TP, le professeur a plongé une plaque de zinc dans une solution de sulfate de cuivre, notons ce cas B. Plonger votre plaque de zinc dans un bécher contenant votre solution de sulfate de cuivre, notons ce cas A. Attendre quelques minutes. Observer la transformation.

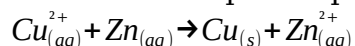
- Par un schéma légendé, décrire l'état initial (cas A) du système chimique étudié.
- Prélever quelques millilitres de la solution A et les verser dans un tube à essais. Prouver par un test de reconnaissance la présence d'ions cuivre. Noter le test effectué, vos observations et conclure.
- Au bout de la nuit, le système chimique du cas B a atteint l'état final tel qu'il est sur le bureau du professeur. Faire un schéma décrivant l'état du système chimique étudié à l'état final.
- Verser quelques millilitres de la solution B dans un tube à essai. Ajouter progressivement quelques gouttes de soude. Observer, noter le test effectué et conclure.

Questions

1. Identifier les ions présents dans la solution en fin de transformation.
2. La couleur du dépôt observé au fond du bécher permet de penser qu'il s'agit d'un métal. Lequel ?
3. Quel est l'ion de la solution qui a été consommé ? Justifier de deux manières.

B. Élaborer un modèle de réaction chimique

La transformation observée peut être décrite par l'équation chimique suivante :



Pour comprendre ce modèle de réaction chimique, nous allons nous intéresser successivement à la réaction subie par l'élément cuivre, puis à celle subie par l'élément zinc.

Questions

4. Quels sont les arguments permettant d'associer l'équation chimique proposée à la transformation étudiée.
5. Quelles sont les particules gagnées par un ion cuivre $Cu^{2+}_{(aq)}$ pour donner un atome de cuivre $Cu_{(s)}$? En indiquer le nombre et compléter le schéma suivant.
 $Cu^{2+}_{(aq)} + \dots \rightarrow Cu_{(s)}$
6. Quelles sont les particules perdues par un atome de cuivre $Zn_{(s)}$ pour donner un ion zinc $Zn^{2+}_{(aq)}$?
7. Sur le modèle du schéma précédent, écrire un schéma correspondant à la transformation subie par l'élément zinc.
8. Sachant que les électrons ne peuvent exister à l'état libre en solution aqueuse, qui peut fournir les électrons gagnés par le cuivre ? Expliquer pourquoi on parle de « transfert d'électrons » pour cette réaction chimique.
9. Montrer alors comment, à partir des deux schémas précédents, que l'on appellera désormais demi-équations, on peut reconstruire l'équation chimique de la transformation.

Les observations et les tests précédents ont permis de conclure qu'un transfert d'électrons avait eu lieu entre un métal et un ion métallique. Il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction. L'ion métallique a capté des électrons, on dit qu'il est oxydant. Le métal a cédé des électrons, on dit qu'il est réducteur. Étudions le rôle du cuivre dans une autre transformation.

2. Réaction entre le métal cuivre et une solution de nitrate d'argent

A. Transformation du système et interprétation en terme de transfert d'électrons

- On dispose d'un fil de métal cuivre $\text{Cu}_{(s)}$ et d'une solution de nitrate d'argent contenant des ions argent $\text{Ag}^+_{(aq)}$ et des ions $\text{NO}_3^-_{(aq)}$.
- Plonger le fil de cuivre dans la solution. Attendre 5 min environ et observer la transformation.
- Par des schémas légendés, décrire l'état initial et l'état final du système chimique.

Questions

10. Quelle est la couleur de la solution en fin de transformation ? A quoi est-elle due ? Par quelle expérience le confirmer ?
11. L'arborescence observée est du métal argent, de symbole $\text{Ag}_{(s)}$. En s'aidant du modèle de la partie 1, écrire l'équation de la réaction chimique entre le métal cuivre et l'ion argent.
12. Toujours à l'aide de la partie 1, écrire les deux demi-équations rendant compte des transformations subies par l'élément cuivre d'une part et l'élément argent, d'autre part.
13. Expliquer comment on peut obtenir l'équation du 11. à partir des deux demi-équations du 12.
14. Dans cette transformation, quel est le réducteur ? Quel est l'oxydant ?

B. Étudier le rôle joué par le cuivre dans les manipulations 1 et 2

15. Écrire les deux demi-équations décrivant la transformation subie par le cuivre dans chacune des deux manipulations.
16. Dans la manipulation 1, l'ion cuivre est-il l'oxydant ou le réducteur ? Dans la manipulation 2, le cuivre métal est-il l'oxydant ou le réducteur ?

Les deux formes du cuivre $\text{Cu}_{(s)}$ et $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ forment le couple d'oxydoréduction $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}/\text{Cu}_{(s)}$ (l'oxydant est toujours placé en premier). La demi équation associée à ce couple est $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- = \text{Cu}_{(s)}$ avec un égal, signifiant que cette demi-équation peut avoir lieu dans les deux sens. On l'écrit dans le sens où elle se passe réellement selon la situation rencontrée.

3. Étudier une transformation et la modéliser par un équation

- On dispose d'une lame de zinc $\text{Zn}_{(s)}$ et d'une solution incolore de nitrate de plomb $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NO}_3^-_{(aq)}$ dans un bécher.
- Introduire la lame de zinc dans la solution, attendre quelques minutes.
- Par des schémas, décrire l'état initial et l'état final du système chimique.
- Prélever un peu de solution finale dans un tube à essai et réaliser un test avec une solution de soude. Noter vos observations et conclure.

Questions

17. Pourquoi dit-on que le métal zinc est le réducteur du couple $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}/\text{Zn}_{(s)}$?
18. Quel est l'oxydant présent lors de cette transformation ? A quel couple appartient-il ?
19. Écrire l'équation de la réaction globale modélisant la transformation chimique étudiée. On pourra utiliser 2 méthodes