

Réaction entre le fer métal Fe et les ions cuivre II Cu^{2+}

MATÉRIEL ▶ Deux béchers

▶ Dispositif de filtration

▶ Deux tubes à essai

PRODUITS ▶ Solution de sulfate de cuivre à $0,8 \text{ mol.L}^{-1}$

▶ Solution d'hydroxyde de sodium à 1 mol.L^{-1}

▶ Fer en poudre

ÉTAPE 1 Action d'une solution de sulfate de cuivre sur du fer



Figure 1 : Filtration du mélange

MANIPULATION 1

Dans un bécher, placer 2,0 g de poudre de fer puis verser 20 mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration $C = 0,8 \text{ mol.L}^{-1}$. La solution de sulfate de cuivre contient des ions Cu^{2+} .

Agiter avec une baguette en verre pendant quelques minutes. Filtrer le mélange obtenu et récupérer le filtrat dans un second bécher (fig. 1).

- 1 Quelle observation montre qu'il s'est formé du cuivre métal Cu ?
- 2 Quelle observation montre que les ions Cu^{2+} ont été consommés ?
- 3 Indiquer le nombre d'électrons que les ions Cu^{2+} ont gagné ou perdu pour devenir des atomes de cuivre métal.
- 4 Laquelle des demi-équations proposées ci-dessous modélise au mieux le phénomène ? Les électrons sont notés e^- .
a. $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- = \text{Cu}$ b. $\text{Cu} + 2 e^- = \text{Cu}^{2+}$ c. $\text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2 e^-$ d. $\text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + 2 e^-$

ÉTAPE 2 D'où proviennent les électrons gagnés par les ions Cu^{2+} ?

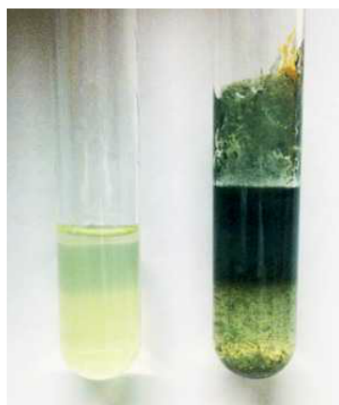


Figure 2 : Filtrat avant et après ajout de solution d'hydroxyde de sodium : il se forme un précipité vert

MANIPULATION 2

Verser un peu du filtrat obtenu lors de la manipulation 1 dans un tube à essai et ajouter quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium (fig. 2).

- 5 Quelle entité chimique le test réalisé met-il en évidence ?
- 6 Quelle espèce chimique présente dans le filtrat à l'état initial s'est-elle transformée pour donner cette entité chimique ?
- 7 Modéliser la transformation de Fe en Fe^{2+} par une demi-équation électronique, au modèle de celles de la question 4.

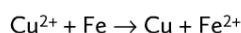
ÉTAPE 3 Bilan : la réaction d'oxydoréduction

La réaction réalisée dans la manipulation 1 consiste en un échange d'électrons entre les deux réactifs. C'est une réaction d'oxydoréduction.

Oxydation : perte d'électron par un réducteur.

Réduction : gain d'électron par un oxydant.

L'équation de cette réaction est :



- 8 Pourquoi les électrons n'apparaissent-ils pas dans l'équation de la réaction ?
- 9 Lequel des réactifs subit une oxydation ? S'agit-il d'un oxydant ou d'un réducteur ? Justifier.
- 10 Lequel des réactifs subit une réduction ? S'agit-il d'un oxydant ou d'un réducteur ? Justifier.

La notion de couple oxydant/réducteur

Document 1 Réaction entre le zinc et les ions Cu^{2+}

On verse dans un bécher 2,0 g de zinc en poudre, de couleur grise, puis 20 mL d'une solution contenant des ions Cu^{2+} , qui lui donne une couleur bleue.

On agite pendant quelques minutes et on laisse décanter. Le zinc se recouvre d'un dépôt rouge (fig. 1).

On verse ensuite dans un tube à essai un peu de la phase liquide du mélange après décantation et on y ajoute quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium (fig. 2).



Figure 1



Figure 2

Document 2 Réaction entre le cuivre et les ions argent Ag^+

On place un fil de cuivre dans une solution contenant des ions Ag^+ . On laisse le fil dans la solution pendant une heure. Le cuivre se recouvre d'argent Ag (fig. 3).

On verse dans deux tubes à essai un peu de la solution bleue obtenue.

On ajoute quelques gouttes d'une solution de chlorure de sodium dans le premier tube : rien ne se passe. On verse quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium dans le second tube, un précipité se forme (fig. 4).

On sait que les ions chlorure Cl^- et les ions argent Ag^+ forment un précipité blanc.



Figure 3

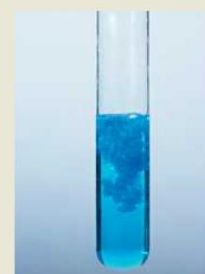


Figure 4

Document 3 La notion de couple oxydant/réducteur

Pour que deux espèces chimiques A et B forment un couple oxydant/réducteur, noté A/B, il faut que :

- l'espèce chimique A, appelée « oxydant », soit capable de se transformer en B en gagnant des électrons, lors de certaines réactions chimiques ;
- l'espèce chimique B, appelée « réducteur », soit capable de se transformer en A en perdant des électrons, lors de certaines réactions chimiques.

- 1 Répondre aux questions suivantes concernant la transformation chimique du document 1.
 - a. Quels sont les produits de cette transformation chimique ? Justifier à l'aide des observations.
 - b. Quels sont les réactifs de cette transformation chimique ? Justifier.
 - c. Écrire l'équation de réaction modélisant cette transformation chimique.
- 2 Répondre aux mêmes questions que précédemment pour la transformation chimique du document 2.
- 3 Lors de la transformation chimique du document 1, les ions Cu^{2+} gagnent-ils ou perdent-ils des électrons ? En quoi se transforment-ils alors ?
- 4 Lors de la transformation chimique du document 2, les atomes du cuivre métal Cu gagnent-ils ou perdent-ils des électrons ? En quoi se transforment-ils alors ?
- 5 Pourquoi peut-on dire que les ions Cu^{2+} et le cuivre métal Cu forment un couple oxydant/réducteur ? Quel est l'oxydant du couple ? Quel est le réducteur ? Justifier.
- 6 Quels sont les deux couples oxydant/réducteur intervenant dans la réaction du document 1 ? dans la réaction du document 2 ?

Action d'un acide sur les métaux

Dans le cadre d'une séance de travaux pratiques, les élèves d'une classe de 1^{re} ST2S plongent divers métaux tels que le cuivre Cu, le fer Fe et le zinc Zn, dans de l'acide chlorhydrique ($H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$). Ils font les observations suivantes :

- pour le cuivre (fig. 1), rien ne se passe ;
- pour le zinc (fig. 2) et le fer (fig. 3), la quantité de métal diminue, des bulles de gaz apparaissent et le mélange devient tiède.



Figure 1



Figure 2



Figure 3

1. À l'aide des ressources 1 et 2, choisir l'une des trois hypothèses proposées pour expliquer ce qui se passe lorsque les métaux comme le fer et le zinc sont en contact avec l'acide chlorhydrique. L'hypothèse choisie doit être scientifiquement plausible et le choix doit être argumenté.
2. Ordonner et compléter les étapes de la ressource 3, afin d'établir un protocole expérimental permettant de tester l'hypothèse retenue.
3. Conclure en écrivant l'équation de la réaction chimique correspondant aux deux transformations (fig. 2 et fig. 3).

RESSOURCE 1 Hypothèses proposées par les élèves de la classe

- Hypothèse A : les bulles sont des vapeurs du métal formées sous l'action de la chaleur produite.
- Hypothèse B : le métal se dissout dans l'acide ; les bulles sont dues à la chaleur produite par cette dissolution, laquelle porte l'acide à ébullition.
- Hypothèse C : les bulles sont du gaz dihydrogène formé par réaction de l'acide sur le métal ; le métal quant à lui se transforme en ions métalliques solubles dans l'acide.

RESSOURCE 2 Quelques données physico-chimiques

- Température de fusion du fer : $T_{fus} = 1\,538\text{ °C}$.
- Température de fusion du zinc : $T_{fus} = 419\text{ °C}$.
- Température d'ébullition de l'acide chlorhydrique : $T_{eb} \approx 100\text{ °C}$.
- Le dihydrogène est un gaz susceptible de brûler dans l'air en donnant une belle flamme verte si on l'enflamme à la sortie d'un tube fin ou en provoquant une légère détonation.

RESSOURCE 3 Quelques opérations du protocole expérimental permettant de tester l'hypothèse retenue

Étape A : on éteint la flamme en soufflant dessus puis on retire le bouchon et le tube en verre de l'erenmeyer.

Étape B : on attend que le gaz formé chasse l'air de l'erenmeyer par le tube et que ce gaz sorte à son tour.

Étape C : on verse un peu du contenu de l'erenmeyer après réaction dans un tube à essai.

Étape D : on adapte sur le col de l'erenmeyer un bouchon percé.

Étape E : on insère un tube fin en verre dans le trou.

Étape F : on verse dans un erlenmeyer du ... ou du ... en poudre, que l'on recouvre d'acide chlorhydrique concentré.

Étape G : on place une ... à la sortie du tube. Une flamme verte apparaît.

Étape H : on ajoute quelques gouttes de ... dans le tube à essai.