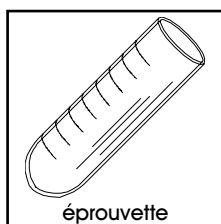


BUTS

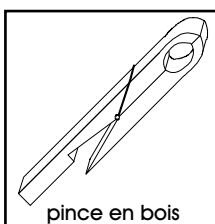
Adopter la démarche historique originelle pour montrer le transfert de l'oxygène d'un élément sur un autre et expliquer l'origine des termes "oxydation" et "réduction".

MATERIEL

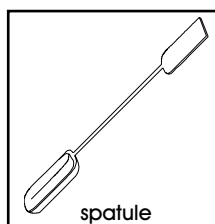
2 éprouvettes, 1 pince en bois, 1 spatule, 1 bouchon à 1 trou en silicone, 1 tube de verre, 1 tuyau en silicone, 1 balance de précision, 1 plaque de céramique, 1 bec Bunsen, allumettes.



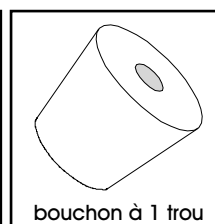
éprouvette



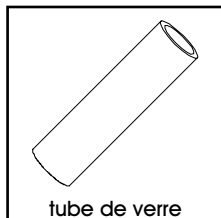
pince en bois



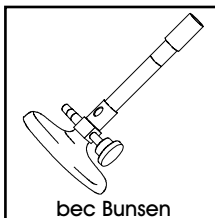
spatule



bouchon à 1 trou



tube de verre



bec Bunsen

REACTIFS

Eau de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ en solution saturée), charbon actif (C), oxyde de cuivre (CuO).

$\text{Ca}(\text{OH})_2$	C	CuO
étatsolution saturée	étatsolide	étatsolide
MM74.10 g/mol	MM12.01 g/mol	MM79.54 g/mol
CH 4	CH F	CH 4
	récup S	récup S

RECOMMANDATIONS

Manipuler prudemment l'appareillage lors du chauffage sur le bec Bunsen et ne pas manipuler le charbon actif en présence d'une flamme: **Porter des lunettes de sécurité.**

L'oxyde de cuivre et le charbon actif sont très salissants: Travailler proprement et essuyer la spatule entre chaque prélèvement.

MANIPULATIONS
ET DISCUSSION

1. Introduire dans une éprouvette **en pyrex sèche** 1.6 g d'oxyde de cuivre pesé sur une balance de précision.

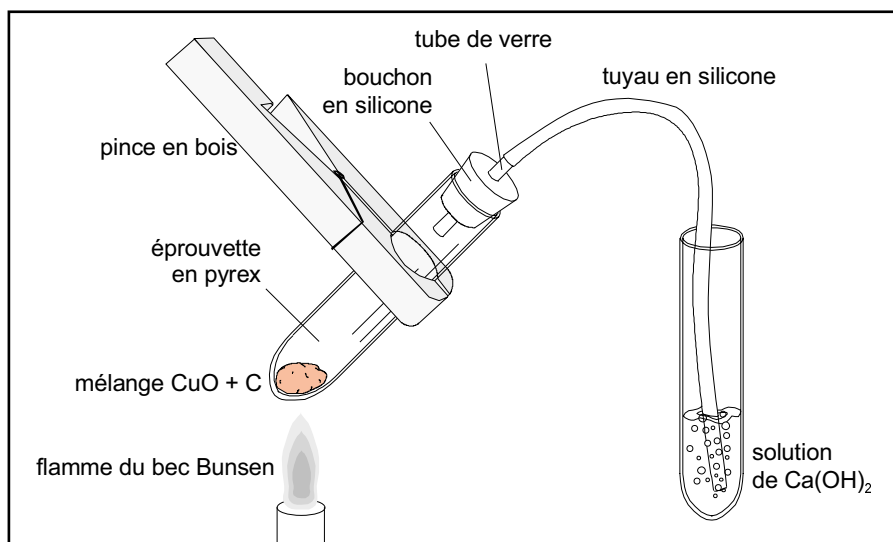
Ajouter dans cette éprouvette 0.12 g de charbon actif.

Observer et noter les caractéristiques de ces deux solides (aspect, couleur, etc).

Finalement, peser l'éprouvette et son contenu sur la balance. Noter la masse pesée.

2. Mélanger consciencieusement les deux poudres en faisant tourner sur elle-même l'éprouvette inclinée et en la tapotant plusieurs fois.

3. Procéder au montage de la figure ci-dessous; obturer l'éprouvette au moyen du bouchon en silicone muni d'un tube de verre et d'un tuyau en silicone, en tournant le bouchon sur lui-même.



4. Introduire l'extrémité libre du tuyau en silicone dans une seconde éprouvette, remplie au tiers avec de la solution saturée d'eau de chaux. Placer l'éprouvette contenant l'eau de chaux dans un porte-éprouvettes.

5. Allumer un bec Bunsen et régler sa flamme pour obtenir une combustion maximale.



En portant des lunettes de sécurité, saisir l'éprouvette contenant le mélange de poudres avec une pince en bois et chauffer le mélange dans la partie supérieure de la flamme.

Remuer et tourner l'éprouvette de temps en temps.

Continuer le chauffage durant environ 1 minute, en observant l'apparition d'une réaction (rougeoiement assez intense). Observer la solution d'eau de chaux.

Chauffer encore l'éprouvette durant environ 30 secondes en observant attentivement le comportement de la solution d'eau de chaux.

Retirer le tuyau en silicone de la solution d'eau de chaux, puis éloigner l'éprouvette de la flamme et éteindre le bec Bunsen. Laisser refroidir.

6. Prendre garde aux brûlures en enlevant le bouchon et le tuyau.

Laisser refroidir le mélange de poudres pendant 1 minute, puis peser précisément l'éprouvette contenant ce mélange. Noter la masse obtenue.

7. Retourner l'éprouvette au-dessus d'une plaque de céramique, puis extraire le solide en tapotant légèrement l'éprouvette.

Noter les caractéristiques du solide obtenu (aspect, couleur, etc), ainsi que l'aspect de l'eau de chaux dans la seconde éprouvette et la nature du gaz ayant barboté dans cette solution.

- ? 1. En fonction des observations (solide obtenu, gaz produit, aspect de l'eau de chaux), expliquer ce qu'est devenu l'oxygène initialement lié au cuivre dans CuO , lorsque ce dernier est chauffé en présence de carbone. Etablir l'équation équilibrée de la réaction entre CuO et C .

? 2. En considérant les masses initiale et finale de l'éprouvette et l'aspect des solides, ainsi que l'aspect de l'eau de chaux, attribuer de manière logique un des deux termes "oxydé" ou "réduit" à chacun des deux éléments entrant en réaction. Justifier ce choix.

Proposer une définition de l'oxydation adaptée à ce contexte.

? 3. Déterminer les nombres d'oxydation du cuivre et du carbone avant et après la réaction.

Proposer une définition générale de l'oxydation et de la réduction adaptée au contexte des nombres d'oxydation.

RECUPERATION ET NETTOYAGE

Récupérer les résidus solides de la première éprouvette dans le récipient de déchets **S (substances solides)**. Evacuer la solution de la seconde éprouvette dans l'évier, sous courant d'eau.

Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

PREPARATION

Expérience individuelle.**1. Solution d'eau de chaux saturée:**

Broyer finement du CaO et l'introduire en agitant dans 500 ml d'eau déminéralisée (suffisant pour 30-40 étudiants), jusqu'à ce que le solide ne se dissolve plus. Filtrer la solution sur papier filtre avant utilisation.

2. Charbon actif ou charbon de bois pilé:

Utiliser le charbon actif tel quel, ou piler finement du charbon de bois. Composé très salissant: Ne prélever que des petites portions pour éviter de répandre ce composé sur de grandes surfaces lors de mauvaises manipulations.

3. Oxyde de cuivre:

Utiliser l'oxyde de cuivre CuO tel quel. Composé très salissant: Ne prélever que des petites portions pour éviter de répandre ce composé sur de grandes surfaces lors de mauvaises manipulations.

4. Matériel nécessaire pour 1 étudiant:

2 éprouvettes, dont 1 éprouvette Duran à paroi épaisse

1 porte-éprouvettes

1 pince en bois

1 spatule

1 bouchon à 1 trou en silicone

1 tube de verre ($\varnothing = 8-9$ mm, L = 50 mm)

1 tuyau en silicone ($\varnothing_{int} = 8-9$ mm, $\varnothing_{ext} = 12$ mm, L = 20 cm)

1 balance de précision (0.01 g)

1 plaque de céramique

1 bec Bunsen, allumettes

5. Durée de l'expérience:

Environ 45 min de manipulations.

DISCUSSION

- ? 1. En fonction des observations (solide obtenu, gaz produit, aspect de l'eau de chaux), expliquer ce qu'est devenu l'oxygène initialement lié au cuivre dans CuO, lorsque ce dernier est chauffé en présence de carbone. Etablir l'équation équilibrée de la réaction entre CuO et C.

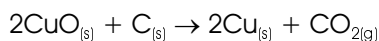
A l'issue de la réaction, on constate que du cuivre métallique est présent au fond de l'éprouvette. D'autre part, un gaz a été produit durant la réaction; ce gaz est capable de troubler la solution d'eau de chaux.

Il est pertinent de suggérer que le gaz produit est du dioxyde de carbone CO_2 , qui réagit avec l'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de l'eau de chaux.

Si c'est effectivement du CO_2 qui est produit dans l'éprouvette contenant CuO et C, il faut admettre que l'oxyde de cuivre a perdu son oxygène pour se transformer en cuivre; cette proposition est d'ailleurs en accord avec la présence de cuivre métallique à l'issue de la réaction.

D'autre part, si du CO_2 est produit, il faut aussi admettre que le charbon actif a capté l'oxygène perdu par l'oxyde de cuivre.

On voit que deux molécules de CuO sont nécessaires pour qu'un atome de C capte deux atomes d'oxygène. On peut donc proposer la réaction équilibrée suivante:



On constate qu'il est possible d'équilibrer chimiquement cette réaction sans faire intervenir le nombre d'électrons échangés entre les différents éléments.

- ? 2. En considérant les masses initiale et finale de l'éprouvette et l'aspect des solides, ainsi que l'aspect de l'eau de chaux, attribuer de manière logique un des deux termes "oxydé" ou "réduit" à chacun des deux éléments entrant en réaction. Justifier ce choix.

Proposer une définition de l'oxydation adaptée à ce contexte.

En cours de réaction, l'éprouvette a perdu du poids, puisque du CO_2 s'en est échappé. La production de ce gaz est la conséquence de la perte d'oxygène par l'oxyde de cuivre et de son gain concomitant par le carbone.

Dans le sens historique, le cuivre de l'oxyde de cuivre est donc **réduit**, puisqu'il **perd du poids** en libérant de l'oxygène et le Cu^{2+} de l'oxyde de cuivre se réduit (un oxydant se réduit). Par analogie, le carbone s'oxyde en captant les atomes d'oxygène cédés par le CuO .

- ? 3. Déterminer les nombres d'oxydation du cuivre et du carbone avant et après la réaction.

Proposer une définition générale de l'oxydation et de la réduction adaptée au contexte des nombres d'oxydation.

Dans le CuO initial, l'atome de cuivre porte deux charges positives (Cu^{2+}). Le carbone n'est initialement pas chargé (C^0). Avant réaction, les nombres d'oxydation sont donc:

Cu: 2+, C: 0

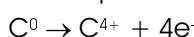
Après réaction, du cuivre métallique, non chargé (Cu^0) est produit, conjointement a du dioxyde de carbone CO_2 . Dans le CO_2 obtenu, l'atome de carbone porte quatre charges positives (C^{4+}) pour assurer l'électroneutralité de la molécule. Après réaction, les nombres d'oxydation sont donc:

Cu: 0, C: 4+.

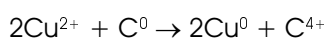
On constate donc que le cuivre a été réduit selon:



tandis que le carbone a été oxydé selon:



et que l'oxygène n'a été ni réduit ni oxydé. Pour équilibrer ces réactions, il est nécessaire d'écrire:



Cependant, l'espèce de départ est CuO et non Cu^{2+} , tandis que l'espèce finale est CO_2 et non C^{4+} ; il faut donc tenir compte des atomes d'oxygène pour écrire l'équation équilibrée et complète de la réaction globale:

