

## I. Objectifs

- Appliquer la méthode d'électrolyse à la purification du cuivre
- Déterminer la constante d'Avogadro en utilisant la relation entre la quantité d'électricité qui a parcouru le circuit et la quantité de métal déposé à la cathode.

## II. Manipulations

1- **Matériel:** deux plaques de cuivre un bécher un générateur un interrupteur un ampèremètre un chronomètre de la toile émeri un agitateur magnétique une balance un sèche-cheveux une solution de sulfate de cuivre II de concentration 0,2 mol/L

- **Données**  $M(\text{Cu}) = 63,5\text{g/mol}$   $M(\text{S}) = 32\text{g/mol}$   $M(\text{O}) = 16\text{g/mol}$   
charge élémentaire  $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$   $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$

### 2- Affinage électrolytique du cuivre

- Décaper très soigneusement, avec de la toile émeri, les deux plaques de cuivre puis les peser avec précision. (repérer celle qui sera l'anode et la cathode)
- Réaliser un montage comprenant, en série, un générateur de tension continue réglable, une cellule d'électrolyse, (constituée de deux plaques de cuivre fixées solidement et plongeant à mi-hauteur dans la solution de sulfate de cuivre) un interrupteur ouvert et un ampèremètre branché sur calibre 10A
- Installer sous le bécher un système d'agitation en évitant que le turbulent ne touche les plaques de cuivre.
- Faire vérifier
- Mettre le générateur sous tension et régler rapidement pour que l'intensité soit voisine de 0,5A. Déclencher le chronomètre et maintenir ce courant à intensité constante pendant 30 minutes. Il est important de maintenir une agitation suffisante et constante pour assurer la stabilité du courant. **NOTER la valeur de I**
- Au bout de 30 minutes, ouvrir le circuit, extraire les deux plaques et les passer à l'eau distillée
- Constaté que l'anode a "minci" et que la cathode s'est recouverte d'un dépôt de cuivre.
- Peser à nouveau la cathode et déterminer l'accroissement de sa masse.

## III. Exploitations

1- Faire le schéma du circuit et indiquer l'anode et la cathode.

### 2- Couples

- ❖ Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans l'état initial du système.
- ❖ Ecrire les équations des réactions susceptibles de se produire aux électrodes.

**Données :** Couples d'oxydoréduction :  $\text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}$  ;  $\text{H}_2\text{O} / \text{H}_{2(\text{g})}$  ;  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) / \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  ;  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) / \text{SO}_{2(\text{aq})}$  ;  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu}(\text{s})$

- ❖ Compte-tenu des observations expérimentales, souligner les équations des réactions qui se produisent aux électrodes.
- ❖ En déduire la réaction d'oxydoréduction correspondant à la transformation chimique provoquée par le passage du courant dans le circuit.
- ❖ Que vaut la constante d'équilibre ? La concentration de la solution varie-t-elle au cours de cette électrolyse ? Justifier l'expression "électrolyse à anode soluble".

### 3- Calculs

- Calculer la quantité d'électricité Q en coulombs, qui traverse le circuit en 30 minutes
- En déduire le nombre d'électrons N(e) ayant traversé le circuit pendant ces 30 minutes et le nombre d'atomes de cuivre N(Cu) déposés à la cathode pendant le même temps
- A l'aide de vos mesures, déterminer la quantité de cuivre (en moles) déposée en 30 minutes.
- Déduire des réponses précédentes, la valeur de la constante d'Avogadro. Quelle est la précision de votre résultat?
- Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu à l'anode puis le bilan de l'électrolyse.
- La concentration en ions  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  varie-t-elle au cours de l'électrolyse?
- Expliquer pourquoi ce procédé permet de purifier un métal?
- Si on double l'intensité du courant électrique, quel sera l'effet sur la durée du processus? Justifier votre réponse.
- La solution de sulfate de cuivre a été préparée à partir de cristaux pentahydratés :  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Quelle masse de cristaux a-t-on du peser pour préparer 3 litres de la solution utilisée ?

### 1.1.2 L'affinage électrolytique

C'est le procédé de base de production de cuivre raffiné. Il consiste à dissoudre électrochimiquement le "blister" coulé sous forme d'anodes, par le procédé d'anode soluble. Le cuivre affiné se dépose sur les cathodes alors que la plupart des impuretés comme Zn, Fe, Ni, Co, Sn, Pb restent dans le bain sans se déposer. Ag, Au et Pt, insolubles dans l'électrolyte  $\text{CuSO}_4$ , s'accumulent dans les boues, tandis que As, Sb, Bi qui se déposent en partie sur les cathodes devront être éliminés ultérieurement.

Ces cathodes, constituées de cuivre de haute pureté, sont directement utilisables dans les charges de fonderie, mais, en raison de leur état de surface, de la présence de porosités et d'inclusions d'électrolyte, ne peuvent être directement transformées par laminage ou filage et doivent être refondues.

Cette qualité a une composition définie par une teneur minimale en cuivre de 99,90 % et une conductivité électrique minimale à l'état recuit à 20 °C, de 100 % IACS (International Annealed Copper Standard). Sa résistivité est de  $1,7241 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ . Cette valeur, qui correspond à une résistance de  $0,15328 \Omega$  pour un fil de 1 m de long pesant 1 g, a été retenue en 1913 par la Commission Electrotechnique Internationale comme étalon de résistivité. La conductivité électrique du cuivre à 100 % IACS est de  $58 \text{ MS/m}^*$  dans le système d'unité international. Les fourchettes de concentrations d'impuretés rencontrées dans la pratique pour cette nuance de cuivre sont les suivantes pour chaque élément cité :

$\text{O}_2$	200 à 400 ppm
Ag	5 à 20 ppm
S, Fe, Ni	5 à 15 ppm
As, Se, Sn, Pb	1 à 5 ppm
Te, Au, Bi	< 1 ppm

\*  $1 \text{ MS/m} = 1 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$

Affinage électrolytique du cuivre. principe

