Exercice III : PURIFICATION DU CUIVRE : PRINCIPE DE RAFFINAGE DU CUIVRE (4 points)

Le cuivre utilisé pour la fabrication des conducteurs électriques doit être pur à 99,99%.
La purification des métaux par électrolyse est possible grâce à l'emploi d'une anode soluble :

- le métal impur (minerai de cuivre contenant 98 à 99,5% de cuivre) constitue l'anode. Ce métal subit une oxydation et passe à l'état d'ions en solution. Les impuretés libérées tombent au fond de l'électrolyseur ou restent en suspension dans la solution électrolytique.
- A la cathode, les ions cuivre II ($Cu^{2+}_{(aq)}$) en solution subissent une réduction, le métal très pur se dépose.
- La solution électrolytique contient des ions cuivre II ($Cu^{2+}_{(aq)}$), des ions sulfate $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ et de l'acide sulfurique.

PREMIERE PARTIE :

Le schéma, qui se trouve en **annexe à rendre avec la copie**, illustre le montage d'une telle électrolyse.

1. Compléter le schéma en indiquant sur le schéma :
- le sens du courant électrique : I
- le sens de déplacement des électrons : e^-
- le sens de déplacement des ions positifs (cations)
- le sens de déplacement des ions négatifs (anions)
- l'anode
- la cathode.

2. La transformation qui se produit lors d'une électrolyse est-elle une réaction d'oxydoréduction spontanée ou forcée ? Justifier la réponse.

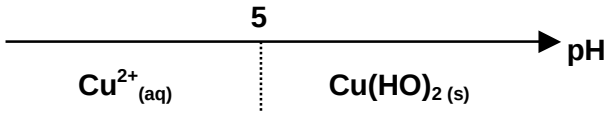
3. Écrire les équations des transformations qui se déroulent aux électrodes.

4. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se déroule dans l'électrolyseur.

5. Pourquoi qualifie-t-on cette électrolyse d'électrolyse à « anode soluble » ?

6. La concentration en ion cuivre II de la solution électrolytique varie-t-elle au cours de l'électrolyse ? Justifier.

7. En fonction du pH de la solution dans laquelle il se trouve, l'élément cuivre en solution peut exister sous deux formes : $Cu^{2+}_{(aq)}$ ou $Cu(OH)_{2\ (s)}$. On donne ci-dessous le diagramme de prédominance de l'ion Cu^{2+}.



Expliquer qualitativement pourquoi on ajoute de l'acide sulfurique dans la solution électrolytique.

DEUXIEME PARTIE :

A l'aide du montage décrit dans la première partie, on désire déposer par électrolyse une couche de cuivre sur une plaque d'acier, afin d'améliorer le contact électrique d'un interrupteur incorporé dans un circuit électrique. Dans l'industrie, pour des raisons d'efficacité, on dépose sur la plaque d'acier à traiter, une fine couche de nickel qui permet une meilleure adhérence du cuivre. On ne tiendra pas compte de cette opération dans l'exercice.
Le dispositif est monté de telle façon qu'une seule face de la plaque d'acier puisse être recouverte de cuivre.
Lors de l'électrolyse d'une durée Δt = 30,0 min, l'intensité du courant est constante et vaut $I = 4{,}00.10^{2}$ mA.

Données :

- M(Cu) = 63,5 $g.mol^{-1}$;
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1} ;
- Charge élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

1. La plaque d'acier doit-elle jouer le rôle de l'anode ou de la cathode ?

2. Exprimer la quantité d'électricité Q qui a traversé le circuit pendant l'électrolyse en fonction de I et Δt.

3. Exprimer Q en fonction de n_e (quantité de matière d'électrons transférée au cours de l'électrolyse), N_A et e.

4. Exprimer n_e en fonction de n_{Cu} (quantité de matière de cuivre formée).

5. Déduire des questions précédentes l'expression littérale de n_{Cu} puis de m_{Cu}, masse de cuivre qui s'est déposée sur la plaque. Calculer cette masse.

6. On observe en réalité lors de l'électrolyse une variation de la masse de la lame de cuivre $|\Delta m| = 2{,}41 \times 10^{-1}$ g. Proposer une explication.

ANNEXE

Première partie : question 1

