

Correction exercice 4 : critère d'évolution spontanée - Étude de la pile Cuivre-Argent

A - Transformation chimique spontanée par transfert direct d'électrons

A.1. On note une intensification de la coloration bleue (formation d'ions cuivre (II)) et un dépôt gris (formation d'argent métallique), l'équation est la suivante :



A.2. L'évolution spontanée d'un système peut être prévue en comparant le quotient de réaction initial ($Q_{r,i}$) à la constante d'équilibre K de la réaction. Trois cas possibles :

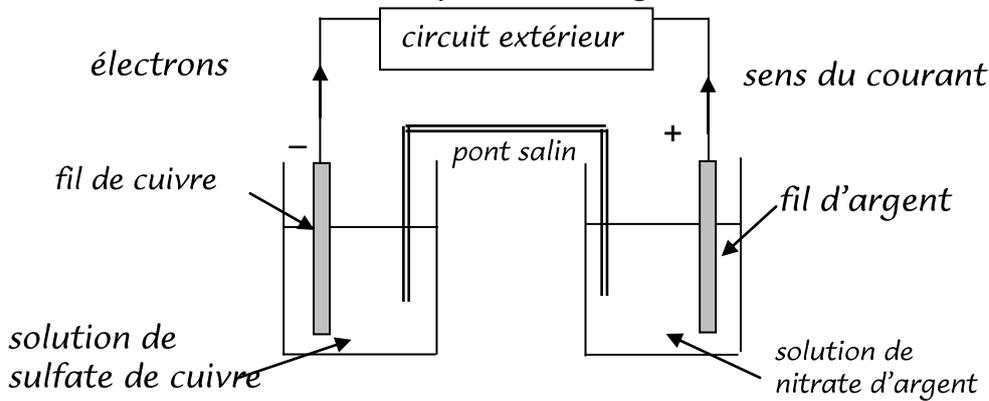
- $Q_{r,i} < K$ évolution du système dans le sens direct
- $Q_{r,i} = K$ le système est en équilibre
- $Q_{r,i} > K$ évolution du système dans le sens inverse

$$\text{A.3. } Q_{r,i} = \frac{[\text{Cu}^{2+}_{(aq)}]_i}{[\text{Ag}^+_{(aq)}]_i^2} = \frac{\frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2}}{\left(\frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2}\right)^2} = \frac{C_1 V_1}{(C_2 V_2)^2} \times (V_1 + V_2) = \frac{50 \times 1,0}{(0,50 \times 50)^2} \times 100 = 8,0.$$

Or $K_1 = 2,1 \cdot 10^{15}$; $Q_{r,i} < K_1$, évolution dans le sens direct. Ce qui est cohérent avec les observations.

B - Constitution et fonctionnement de la pile cuivre-argent en circuit fermé

B.1.

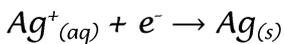


B.2.a. Les électrons circulent en sens opposé à celui du courant. Voir schéma

B.2.b. Le fil de cuivre est l'électrode négative, il s'y déroule une réaction d'oxydation qui libère des électrons: $\text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 e^-$

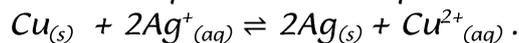
Le fil de cuivre constitue l'anode.

Le fil d'argent est l'électrode positive, il s'y déroule une réaction de réduction qui consomme des électrons.



Le fil d'argent constitue la cathode.

B.2.c. Il y a autant d'électrons consommés que d'électrons produits donc :



$$\text{B.2.d. } Q_{r,i} = \frac{[\text{Cu}^{2+}_{(aq)}]_i}{[\text{Ag}^+_{(aq)}]_i^2} = \frac{C_1}{C_2^2} = 1,0$$

$Q_{r,i} < K_1$, le système chimique est hors équilibre et l'évolution spontanée a lieu en sens direct.

Quand la pile fonctionne: $[\text{Cu}^{2+}_{(aq)}]$ augmente, $[\text{Ag}^+_{(aq)}]$ diminue, donc Q_r augmente et se rapproche de K .

Lorsque $Q_r = K$, alors la pile atteint l'état d'équilibre.