

Exercice : Pile Daniell

Données

- Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

On réalise une pile Daniell de la façon suivante :

- Dans un premier becher, on verse 100 mL d'une solution de sulfate de cuivre (II) ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de concentration $C = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On y plonge une lame de cuivre préalablement décapée.
- Dans un second becher, on verse 100 mL d'une solution de sulfate de zinc (II) ($\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de concentration $C = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On y plonge une lame de zinc également décapée.
- On relie les deux bechers par un pont salin (qui permet la circulation des ions entre les deux bechers).

1. Sachant que les couples oxydant/réducteur sont du type ion métallique/métal, écrire les deux demi-équations électroniques relatives aux couples présents dans les deux bechers.
2. Afin d'utiliser la pile, à l'instant $t = 0 \text{ s}$, on relie les deux lames par un circuit électrique comprenant, en série, une résistance et un ampèremètre. Ce dernier permet de déterminer le sens du courant qui circule : le courant est orienté de la lame de cuivre vers la lame de zinc.
 - 2.1. Quelle lame joue le rôle de la borne positive de la pile ? Justifier la réponse.
 - 2.2. Faire un schéma complet de la pile et du circuit sur lequel figurent les mouvements des différents porteurs de charge dans les différentes parties du circuit et de la pile.
 - 2.3. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui a lieu lorsque la pile fonctionne.
 - 2.4. Donner l'expression du quotient Q_r de la réaction.
 - 2.5. Calculer sa valeur à l'instant initial $t = 0 \text{ s}$.
3. La constante d'équilibre de la réaction est $K = 1,00 \cdot 10^{37}$
En calculant sans approximation la concentration en ions cuivre (II) à l'état d'équilibre (lorsque la pile est usagée), montrer que la réaction peut être considérée comme totale.
4. Quelle quantité de matière d'électrons maximale la pile peut-elle débiter ?
5. On branche la pile aux bornes d'une résistance. Un ampèremètre en série permet de mesurer l'intensité du courant qui circule : $I = 1,50 \text{ mA}$.
Combien de temps la pile peut-elle fonctionner dans ces conditions ?