

Transformations spontanées dans les piles

Exercice 1 :

On réalise une pile en utilisant le matériel et les produits suivants :

- un bêcher contenant le volume $V_1 = 20\text{mL}$ d'une solution aqueuse de nitrate d'argent $\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{NO}_{3(aq)}^-$ de concentration molaire $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{mol/L}$.
- un bêcher contenant le volume $V_2 = 20\text{mL}$ d'une solution aqueuse de nitrate de cuivre $\text{Cu}_{(aq)}^{2+} + 2\text{NO}_{3(aq)}^-$ de concentration molaire $C = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{mol/L}$
- un fil de cuivre et un fil d'argent ;
- un pont salin contenant une solution aqueuse saturée de nitrate de potassium $\text{K}_{(aq)}^+ + \text{NO}_{3(aq)}^-$
- $1F = 96500 \text{C/mol}$
- Constante d'équilibre associée à l'équation $2\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{Cu}_{(s)} \rightleftharpoons 2\text{Ag}_{(s)} + \text{Cu}_{(aq)}^{2+}$ est $K = 2,2 \cdot 10^{15}$

On relie les électrodes de la pile à un conducteur ohmique en série avec un ampèremètre, et on observe le passage d'un courant électrique dans le circuit extérieur de la pile.

1. Calculer la valeur du quotient de la réaction $Q_{r,i}$ dans l'état initial du système chimique. En déduire le sens spontané de l'évolution de ce système.
2. On fait fonctionner la pile pendant une longue durée jusqu' ce qu'il s'épuise. Déterminer la valeur de la quantité d'électricité qui traverse le conducteur ohmique depuis le début de fonctionnement de la pile jusqu'à son épuisement, sachant que le réactif limitant est l'ion Ag^+ .

Exercice 2 :

Le but de cette partie est l'étude d'une transformation spontanée dans une pile. On considère la pile Zinc/Argent. Cette pile est constituée des éléments suivants:

- Un bêcher contenant une solution aqueuse de nitrate d'argent $\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{NO}_{3(aq)}^-$ de volume V_1 et de concentration molaire $C_1 = 2,0 \cdot 10^{-1} \text{mol/L}$.
- Un bêcher contenant une solution aqueuse de nitrate de zinc $\text{Zn}_{(aq)}^{2+} + 2\text{NO}_{3(aq)}^-$ de volume V_2 et de concentration molaire $C_2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{mol/L}$
- Un fil d'argent $\text{Ag}_{(s)}$
- Une plaque mince du zinc $\text{Zn}_{(s)}$
- Un pont salin.
- Constante d'équilibre associée à l'équation $2\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{Zn}_{(s)} \xrightleftharpoons{1}{2} 2\text{Ag}_{(s)} + \text{Zn}_{(aq)}^{2+}$ est $K = 10^{52}$

On branche, en série aux bornes de la pile, un ampèremètre et un conducteur ohmique. Le circuit est alors traversé par un courant électrique.

1. Déterminer la valeur du quotient de réaction $Q_{r,i}$, du système chimique à l'état initial.
2. Déduire, en justifiant votre réponse, le sens d'évolution spontané du système chimique lors du fonctionnement de la pile.

3. . On laisse la pile fonctionner pendant une durée très longue jusqu'à ce qu'elle s'épuise. Déterminer la valeur de la quantité d'électricité maximale Q_{\max} , qui a traversé le conducteur ohmique du début de fonctionnement de la pile jusqu'à ce qu'elle s'épuise sachant que l'avancement maximale est $x_{\max} = 5.10^{-3} \text{ mol}$

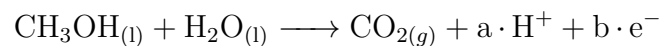
Exercice 3 :**Exercices Supplémentaires**

Cette pile est constituée de deux compartiments séparés par un électrolyte acide, jouant le rôle d'un pont ionique et de deux électrodes A et B. La pile est alimentée, au cours du fonctionnement, par du méthanol liquide et du dioxygène gazeux. (Figure 2)

Données :

- Masse volumique du méthanol liquide : $\rho = 0,78 \text{ g.cm}^{-3}$.
- Masse molaire du méthanol : $M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$
- Les couples intervenants dans la transformation: $(\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)})$ et $(\text{CO}_{2(g)}/\text{CH}_3\text{OH}_{(l)})$

Au cours du fonctionnement de la pile, il se produit au voisinage de l'une des électrodes une transformation modélisée par l'équation suivante :



1. Déterminer les coefficients a et b.
2. Préciser au voisinage de quelle électrode A ou B, se produit cette réaction ?
3. Ecrire l'équation modélisant la réaction ayant lieu au voisinage de l'autre électrode. Nommer les deux électrodes A et B.
4. La pile alimente le circuit extérieur par un courant d'intensité $I = 45 \text{ mA}$ supposée constante durant $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min}$. Trouver la valeur du volume V de méthanol consommé au cours de la durée Δt de fonctionnement.

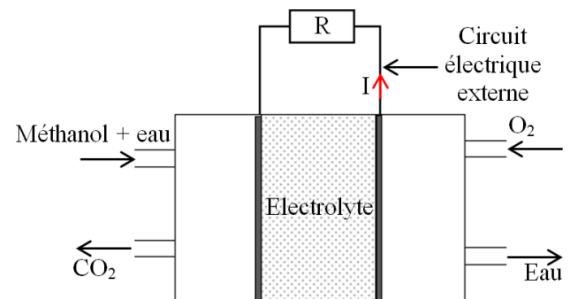
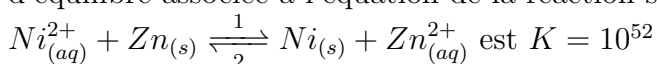


Figure 2

Exercice 4 :

On réalise la pile constituée des couples $(\text{Ni}_{(aq)}^{2+}/\text{Ni}_{(s)})$ et $(\text{Zn}_{(aq)}^{2+}/\text{Zn}_{(s)})$ en immergeant l'électrode de Nickel dans une solution de sulfate de Nickel $(\text{Ni}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$ de volume $V = 150 \text{ mL}$ et de concentration molaire initiale $[\text{Ni}_{(aq)}^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol/L}$.

L'électrode de Zinc dans une solution de sulfate de Zinc $(\text{Zn}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$ de volume $V = 150 \text{ mL}$ et de concentration molaire initiale. On relie les deux compartiments par un pont ionique. La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction suivante est $K = 10^{18}$:



1. Préciser, en calculant le quotient de réaction $Q_{r,i}$ à l'état initial, le sens spontané d'évolution du système constituant la pile.
2. Donner le schéma conventionnel de la pile étudiée.
3. Au cours du fonctionnement de la pile, le circuit extérieur est traversé par un courant d'intensité $I = 0,1 \text{ A}$. Trouver la durée maximale Δt_{\max} de fonctionnement de la pile en fonction de : $[\text{Zn}_{(aq)}^{2+}]_i$, V , F et I . Calculer Δt_{\max}