

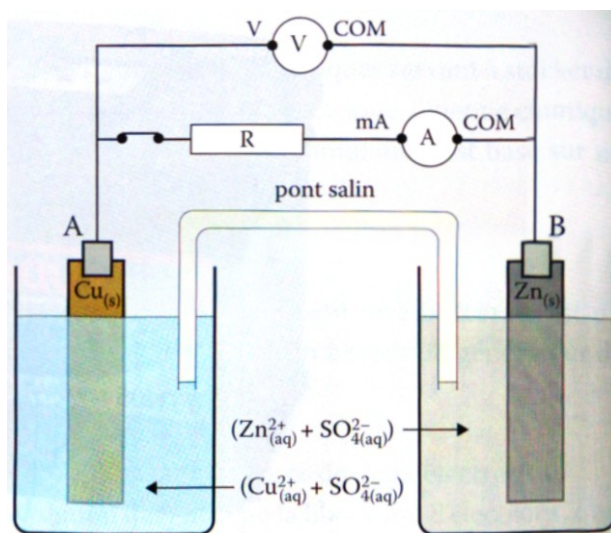
Étude qualitative et quantitative de la pile Daniell

Elle est constituée d'une lame de zinc plongée dans une solution de sulfate de zinc ($\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) et d'une lame de cuivre plongée dans une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$), constituant chacun une demi-pile. La concentration de chacune des solutions est de $C = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et le volume est $V = 100 \text{ mL}$.

Les deux électrodes sont reliées par un pont salin comportant une solution de chlorure de potassium ($\text{K}^{+}_{(\text{aq})} + \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$).

La tension aux bornes du voltmètre est $U = 1,10 \text{ V}$ lorsque l'interrupteur est ouvert.

Lorsque l'interrupteur est fermé l'intensité traversant la résistance de $R = 33 \Omega$ est $I = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ A}$



1^e étape: Détermination des bornes de la pile

Le courant circule de la borne + vers la borne - à l'extérieur d'un circuit. La valeur donnée par l'ampèremètre est positive donc l'électrode A est l'électrode positive et l'électrode B est l'électrode négative.

La valeur de la tension mesurée par le voltmètre est positive donc l'électrode A est l'électrode positive et l'électrode B est négative.

2^e étape: Équations aux bornes des électrodes

Si le sens conventionnel du courant électrique est orienté de la borne positive vers la borne négative alors les électrons circulent de l'électrode négative vers l'électrode positive.

À l'électrode négative, il y a production d'électrons, il se produit une oxydation : c'est l'anode.

L'espèce chimique qui peut être oxydée est un réducteur c'est-à-dire le zinc Zn selon la demi-équation électronique $\text{Zn}_{(\text{s})} = \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^{-}$.

À l'électrode positive, il y a un gain d'électrons, il y a une réduction: c'est la cathode.

L'espèce chimique qui peut être réduite est un oxydant c'est-à-dire les ions cuivre Cu^{2+} selon la demi-équation électronique $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^{-} = \text{Cu}_{(\text{s})}$.

3^e étape: Détermination de l'équation de fonctionnement de la pile

à l'anode : $\text{Zn}_{(\text{s})} = \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^{-}$

à la cathode : $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^{-} = \text{Cu}_{(\text{s})}$

$$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Zn}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}_{(\text{s})}$$

4^e étape: Détermination du réactif limitant

Dans notre cas on suppose que les électrodes métalliques possèdent une grande quantité de matière.

Les ions cuivre sont consommés, c'est le réactif limitant. La quantité d'ions présents dans la solution est $n = C \times V = 0,10 \times 0,100 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. Cette quantité limitera la réaction.

5^e Étape: Quantité d'électrons libérée

D'après la demi-équation électronique $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}_{(\text{s})}$, une mole d'ions cuivre consomme 2 moles d'électrons donc $1,0 \cdot 10^2$ mol d'ions cuivre consomme $n(\text{e}^-) = 2 \times 1,0 \cdot 10^2 = 2,0 \cdot 10^2$ mol d'électrons.

6^e étape: Quantité d'électricité

La quantité d'électricité est calculée avec la relation $Q = n(\text{e}^-) \times F$.

$$Q = 2,0 \cdot 10^2 \times 9,65 \cdot 10^4 = 1,9 \cdot 10^3 \text{ C}$$

À partir de la quantité d'électricité, on peut calculer la durée de fonctionnement de la pile car $Q = I \times t$ donc

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{1,9 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^{-2}} = 5,8 \cdot 10^4 \text{ s} \text{ soit environ } 16 \text{ h}$$

7^e étape: Énergie disponible

L'énergie E disponible de la pile est calculée avec la relation :

$$E = Q \times U = 1,9 \times 10^3 \times 1,10 = 2,1 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\text{ou } Q = I \times t = 3,3 \times 10^2 \times 16 = 0,53 \text{ Ah}$$

$$\text{et } E = Q \times U = 0,53 \times 1,10 = 0,58 \text{ Wh}$$

8^e étape: Fonctionnement global de la pile

À l'anode, des ions zinc Zn^{2+} sont formés. Il faut que l'électroneutralité de la solution soit respectée. L'excès de charge négative sera compensé par la migration d'ions négatifs (les ions chlorure Cl^-) du pont salin dans la solution; dans le même temps des ions zinc migrent dans le pont salin.

À la cathode, les ions cuivre II Cu^{2+} sont consommés. Afin de respecter l'électroneutralité de la solution, des ions positifs du pont salin (ions potassium K^+) migrent dans la solution. Dans le même temps des ions sulfate SO_4^{2-} migrent dans le pont salin.

Remarque: Le pont salin assure également la fermeture du circuit électrique.

