

Chapitre 12 : Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique

Tp 12 – transformations spontanées / Fonctionnement d'une pile : la pile Daniell

Objectifs :

- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.
- Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, identifier la transformation mise en jeu, illustrer le rôle du pont salin.

Données :

A l'état d'équilibre, le quotient de réaction $Q_{r,éq}$ associé à une équation de réaction est indépendant de la composition initiale du système. Cette grandeur ne dépend que de la température T ; Elle est appelée constante d'équilibre et elle est notée $K(T)$:

$$K(T) = Q_{r,éq}$$

Tout système chimique, hors équilibre évolue spontanément vers un état d'équilibre.

A une température donnée, la comparaison du quotient de réaction dans l'état initial $Q_{r,i}$ à la constante d'équilibre $K(T)$ permet de prévoir le sens d'évolution spontanée du système.

$Q_{r,i} = K(T)$	Q_r reste constant, l'état d'équilibre est atteint	
$Q_{r,i} < K(T)$	$Q_r \nearrow$ pour atteindre la valeur de $K(T)$, l'état d'équilibre est atteint quand $Q_r = K(T)$	
$Q_{r,i} > K(T)$	$Q_r \searrow$ pour atteindre la valeur de $K(T)$, l'état d'équilibre est atteint quand $Q_r = K(T)$	

1. Les couples rédox en présence

Les ions cuivre II et zinc (Zn^{2+}) sont l'un et l'autre, l'oxydant d'un couple rédox.

Questions :

- 1.1. Quels sont les 2 couples et leurs demi-équations rédox ?
- 1.2. Quelles sont les équations des 2 réactions d'oxydoréduction envisageables à partir de ces deux couples ?

2. Expérience 1

Placer dans un bécher contenant une solution de sulfate de zinc de concentration 0,1 mol/L, une lame de cuivre. Placer dans un second bécher, contenant une solution de sulfate de cuivre II de concentration 0,1 mol/L, une lame de zinc.

Noter ce que l'on observe après quelques instants, et conclure quant aux hypothèses formulées à la question 1.2.

3. Expérience 2

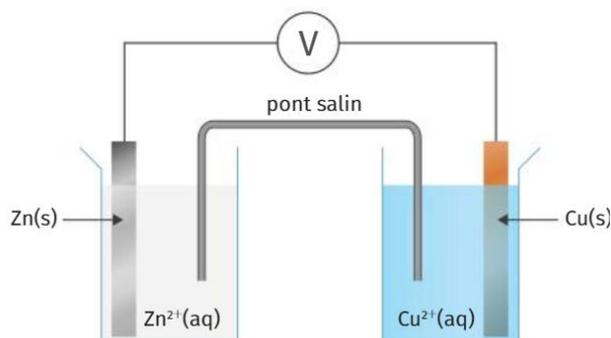
Placer dans un bécher, 10 mL d'une solution de sulfate de zinc de concentration 0,1 mol/L, 10 mL d'une solution de sulfate de cuivre II de concentration 0,1 mol/L, une lame de cuivre et une lame de zinc bien décapée.

Noter ce que l'on observe. Justifier cette observation en comparant le quotient de réaction initial et la constante d'équilibre de la réaction observée et qui vaut $K = 10^{37}$.

Justifier l'expression "...on observe un transfert spontané d'électrons par contact direct entre réactifs...".

4. Expérience 3

Réaliser le montage ci-dessous :



- Le pont salin est un morceau de papier filtre trempé dans un électrolyte (solution de nitrate d'ammonium de concentration 1 mol/L).

- Relever le signe et la valeur de la tension indiquée par le voltmètre.

- Le dispositif réalisé ne comporte pas de générateur et pourtant une tension électrique apparaît entre les deux lames : le dispositif réalisé constitue donc un générateur (électrochimique). Il s'agit d'une pile.

Chapitre 12 : Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique

Tp 12 – transformations spontanées / Fonctionnement d'une pile : la pile Daniell

Questions :

- 4.1. Rappeler le sens conventionnel du courant et déduire du signe de la tension mesurée, la borne + et la borne – de la pile.
- 4.2. Retirer le pont salin. Que se passe-t-il ? Quel est le rôle du pont salin ?
- 4.3. En utilisant le sens du courant, indiquer quelles sont les réactions qui se déroulent au niveau de chacune des lames métalliques. Ecrire alors l'équation bilan.
- 4.4. Justifier l'expression "...on observe un transfert spontané d'électrons par l'intermédiaire d'un circuit extérieur...".
- 4.5. On suppose une pile identique à la précédente réalisée avec 50 mL de la solution de sulfate de cuivre II de concentration 0,1 mol/L, 50 mL de la solution de sulfate de zinc de concentration 0,1 mol/L et deux lames de cuivre et de zinc de masse 10 g chacune.
Quand la pile sera-t-elle totalement usée ? Que peut-on alors dire du quotient de réaction de la réaction de fonctionnement ? Quelle est la capacité électrique Q_{\max} de la pile, c'est-à-dire la charge maximale que la pile peut mettre en œuvre ?

Données : $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g/mol}$; $M_{\text{Zn}} = 65,4 \text{ g/mol}$; Nombre d'Avogadro: $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
Charge d'un e^- : $q_{e^-} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).