

TP Physique-Chimie 19 : Piles électrochimiques et électrodes

Objectifs et compétences évaluées :

Objectif : Mesurer la f.e.m. de piles électrochimiques puis réaliser un suivi potentiométrique lors d'un titrage.

Capacités expérimentales :

- Réaliser une pile et étudier son fonctionnement.

Matériel :

- 4 béchers de 100 mL + 1 béchers de 250 mL.
- 1 agitateur magnétique.
- 1 burette graduée de 25 mL + statif
- 1 pissette d'eau distillée.
- 1 support à électrodes + 1 électrode de platine vérifiée + 1 électrode de référence au chlorure d'argent
- lames de cuivres, fer et zinc + pont salin (gel KNO_3)
- 1 multimètre + 2 pinces crocodiles + 2 fils

Solutions :

- sulfate de cuivre à $C_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 250 mL par poste ;
- sulfate de zinc à $C_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 250 mL par poste ;
- sulfate de fer II à $C_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 250 mL par poste ;
- sulfate de fer (+III) acidifiée à $C_{\text{Fe(III)}} = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 500 mL par poste.
- permanganate de potassium à $C_1 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- solution de KNO_3 .

1 Piles électrochimiques

Protocole : Pile Daniell

E.1 À l'aide de deux petits béchers, réaliser une pile (on utilisera un buvard imbibée d'une solution de KNO_3 comme pont électrolytique) : $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu(s)} || \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$

E.2 Faire le schéma de la pile et mesurer sa f.e.m. : $e_{\text{Cu/Zn}} = V_{\text{Cu}} - V_{\text{Zn}}$

$$e_{\text{Cu/Zn}} =$$

$$u(e_{\text{Cu/Zn}}) =$$

E.3 Identifier sur le schéma le sens de parcours des électrons, l'anode et la demi-équation électronique associée, la cathode et la demi-équation électronique associée.

E.4 En déduire l'équation bilan de la réaction ayant lieu.

Protocole : Classement des couples

E.1 Remplacer la demi-pile de fer pour réaliser une pile : $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu(s)} || \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$

E.2 Faire le schéma de la pile et mesurer sa f.e.m. : $e_{\text{Cu/Fe}} = V_{\text{Cu}} - V_{\text{Fe}}$

$$e_{\text{Cu/Fe}} =$$

$$u(e_{\text{Cu/Fe}}) =$$

E.3 En déduire l'équation bilan de la réaction ayant lieu.

E.4 Remplacer l'électrode de fer par une électrode constituée d'une électrode de platine trempant dans une solution contenant deux volumes identiques d'une solution de fer II et d'une solution de fer III.

E.5 Faire le schéma de la pile et mesurer sa f.e.m. : $e_{\text{Cu/Pt}} = V_{\text{Cu}} - V_{\text{Pt}}$

$e_{\text{Cu/Pt}} =$

$u(e_{\text{Cu/Pt}}) =$

E.6 En déduire l'équation bilan de la réaction ayant lieu.

E.7 Classer les couples de l'oxydant le moins fort à l'oxydant le plus fort sur un axe.

E.8 À partir de $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu(s)}) = 0,34 \text{ V}$, déterminer les potentiels standards des autres couples et les positionner sur l'axe.

Protocole : Influence des concentrations

E.1 Dans la pile précédente, on remplace la solution de Fer II et Fer III équimolaire par une solution dans laquelle on mélange :

- 5 mL de solution de Fer II et 50 mL de solution de Fer III. Mesurer la f.e.m. de la pile.

2 Dosage par potentiométrie

On considère une solution Fer II de volume V_2 et de concentration inconnue C_2 . On souhaite déterminer la concentration C_2 en titrant les ions Fe^{2+} par une solution de permanganate de potassium à la concentration $C_0 = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données : $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,52 \text{ V}$ et $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$

Q.1 Faire un schéma du montage.

Q.2 Écrire les deux demi-équations électroniques et exprimer les potentiels associés.

Q.3 Faire un bilan de matière des espèces ioniques après l'équivalence en fonction de C_2 , C_0 , V_2 et V .

Q.4 Exprimer le potentiel E de la solution en fonction du volume V versé.

Q.5 Écrire l'équation bilan de la réaction et calculer sa constante d'équilibre.

Protocole : Titrage du Fer II par du permanganate

On dose la concentration en ion fer II de la solution titrée par du permanganate de potassium, la solution titrante.

E.1 Remplir la burette avec la solution titrante de permanganate.

E.2 Dans un bécher de 200 mL introduire un volume $V_2 = 10 \text{ mL}$ de la solution de fer II à la concentration C_2 inconnue, puis ajouter environ 100 mL d'eau distillée, un barreau aimanté.

E.3 Plonger les deux électrodes : l'électrode de platine ET l'électrode de référence.

E.4 Ajouter progressivement un volume V de permanganate à l'aide de la burette et relever la tension U entre les deux électrodes.

E.5 À partir de la courbe, repérer le volume équivalent et en déduire la concentration C_2 .