2003 Liban Exercice 2 Étude de la pile Cuivre-Argent 3 Points

A partir des couples oxydant/réducteur $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$ et $Ag^{+}_{(aq)}/Ag_{(s)}$ on peut envisager deux transformations dont les réactions peuvent être schématisées par les équations suivantes :

$$Cu_{(s)} + 2\ Ag^{+}_{(aq)} = 2\ Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \quad (1)$$
$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2\ Ag_{(s)} = 2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \quad (2)$$

Les constantes d'équilibres de ces réactions sont $K_1 = 2{,}1.10^{15}$ et $K_2 = 4{,}8.10^{-16}$.

A – Transformation chimique spontanée par transfert direct d'électrons

Un élève réalise l'expérience dont le protocole est donné ci-dessous :
- Verser dans un bécher un volume $V_1 = 50$ mL de solution de sulfate de cuivre (II) de concentration molaire $C_1 = 1{,}0$ mol.L^{-1} et un volume $V_2 = 50$ mL d'une solution aqueuse de nitrate d'argent de concentration molaire $C_2 = 0{,}50$ mol.L^{-1}. La solution de sulfate de cuivre est bleue, celle de nitrate d'argent incolore.
- Plonger un fil d'argent et ajouter 3 g de poudre de cuivre de couleur rouge.
- Agiter
- Filtrer la solution obtenue et observer sa couleur.

L'élève note dans son compte rendu de TP: "On observe un léger dépôt gris et une intensification de la coloration bleue"

1. Parmi les deux réactions possibles quelle est celle associée à la transformation chimique du système?

2. Rappeler le critère d'évolution spontanée.

3.Calculer le quotient de réaction initial puis, en appliquant le critère d'évolution spontanée, montrer que le sens d'évolution prévu est compatible avec les observations expérimentales de l'élève.

B – Constitution et fonctionnement de la pile cuivre-argent en circuit fermé

On dispose :
- d'un fil de cuivre,
- d'un fil d'argent,
- d'une solution de sulfate de cuivre (II) de volume $V_1 = 50$ mL et de concentration molaire $C_1 = 1{,}0$ mol.L^{-1},
- d'une solution de nitrate d'argent de volume $V_2 = 50$ mL et de concentration molaire $C_2 = 1{,}0$ mol.L^{-1},
- d'un papier imbibé de nitrate de potassium pouvant constituer un pont salin.

1. Faire un schéma de la pile réalisable avec le matériel donné ci-dessus

2. On observe dans le circuit extérieur le passage d'un courant électrique de l'électrode d'argent vers l'électrode de cuivre.

a) Préciser sur votre schéma le sens de circulation des électrons dans le circuit et la polarité des électrodes.

b) Écrire les équations des réactions modélisant les transformations ayant lieu à chaque électrode.

c) Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation ayant lieu dans la pile.

d) La pile cuivre argent en fonctionnement est-elle un système dans l'état d'équilibre ou hors équilibre? Justifier en utilisant le critère d'évolution spontanée.