2003 Antilles — Exercice 1: Réalisation d'une pile nickel-zinc (6,5 points)

On réalise une pile formée à partir des couples Ni^{2+}/Ni et Zn^{2+}/Zn.
Chaque solution a pour volume V = 100 mL et la concentration initiale des ions positifs est $C = 5{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

Données :
M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}
M(Ni) = 58,7 g.mol^{-1}
Charge élémentaire de l'électron: $e = 1{,}6.10^{-19}$ C
Constante d'Avogadro: $N = 6{,}02.10^{23}$ mol^{-1} .
Charge d'une mole d'électrons: F = 96500 C
Pour la réaction suivante: $Ni^{2+} + Zn = Zn^{2+} + Ni$, la constante d'équilibre vaut $K = 10^{18}$.

1. Réalisation de la pile

1.1. L'électrode positive de cette pile est l'électrode de nickel.
Légender le schéma de la figure 1 en annexe (à rendre avec la copie) avec les termes suivants: électrode de zinc, électrode de nickel, pont salin, solution contenant des ions Zn^{2+}, solution contenant des ions Ni^{2+}.

1.2. Équation des réactions.

Écrire les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes.

Préciser à chaque électrode s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

Écrire l'équation de la réaction globale qui intervient quand la pile débite.

Calculer la valeur du quotient réactionnel initial $Q_{r,i}$. Cette valeur est-elle cohérente avec la polarité proposée ?

2. Étude de la pile

2.1. On fait débiter la pile dans un conducteur ohmique.

2.1.1. Compléter le schéma de la figure 1.

2.1.2. Préciser sur ce schéma le sens du courant et le sens de déplacement des électrons dans le circuit extérieur.

2.2. Comment varie la concentration des ions positifs dans chacun des béchers ?
En déduire l'évolution du quotient réactionnel Q_r.

2.3. Sachant que la masse des électrodes ne limite pas la réaction, pour quelle raison la pile s'arrêtera-t-elle de débiter? Quelle est alors la valeur numérique de Q_r ?

2.4. La réaction étant considérée comme totale, calculer l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

2.5. Quelle relation existe-t-il entre x_{max} et la quantité de matière d'électrons qui ont circulé ?

En déduire la quantité totale d'électricité fournie par cette pile.

3. Décharge partielle de la pile

On prend une deuxième pile identique et on la laisse fonctionner pendant une heure. On supposera que l'intensité reste constante.
On constate une augmentation de masse de l'électrode de nickel de $\Delta m = 100$ mg.

3.1.

3.1.1. Calculer la quantité de matière d'ions Ni^{2+} disparus notée $n_{disp}(Ni^{2+})$ pendant cette durée.

3.1.2. Déterminer la quantité d'électricité correspondante notée Q.

En déduire la valeur de l'intensité du courant.

3.2. On donne les valeurs de l'absorbance, pour des solutions de sulfate de nickel de concentrations C différentes, mesurées à une longueur d'onde égale à 390 nm.

C ($mol.L^{-1}$)	0	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050
A	0	0,20	0,41	0,61	0,82	1,02

Tracer la courbe de l'absorbance sur la figure 2 en annexe **(à rendre avec la copie)** en fonction de la concentration C.

3.3. On mesure l'absorbance de la solution dans laquelle plonge l'électrode de nickel. La valeur mesurée est A = 0,67.

En déduire graphiquement la concentration des ions Ni^{2+} restant en solution.

Quelle est la quantité d'ions Ni^{2+} disparus ?

Ce résultat est-il conforme avec le calcul du 3.1.1. ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Figure 1

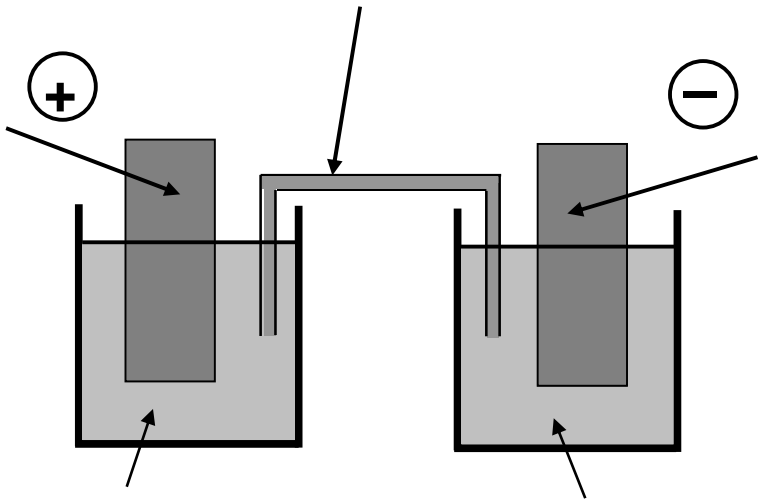
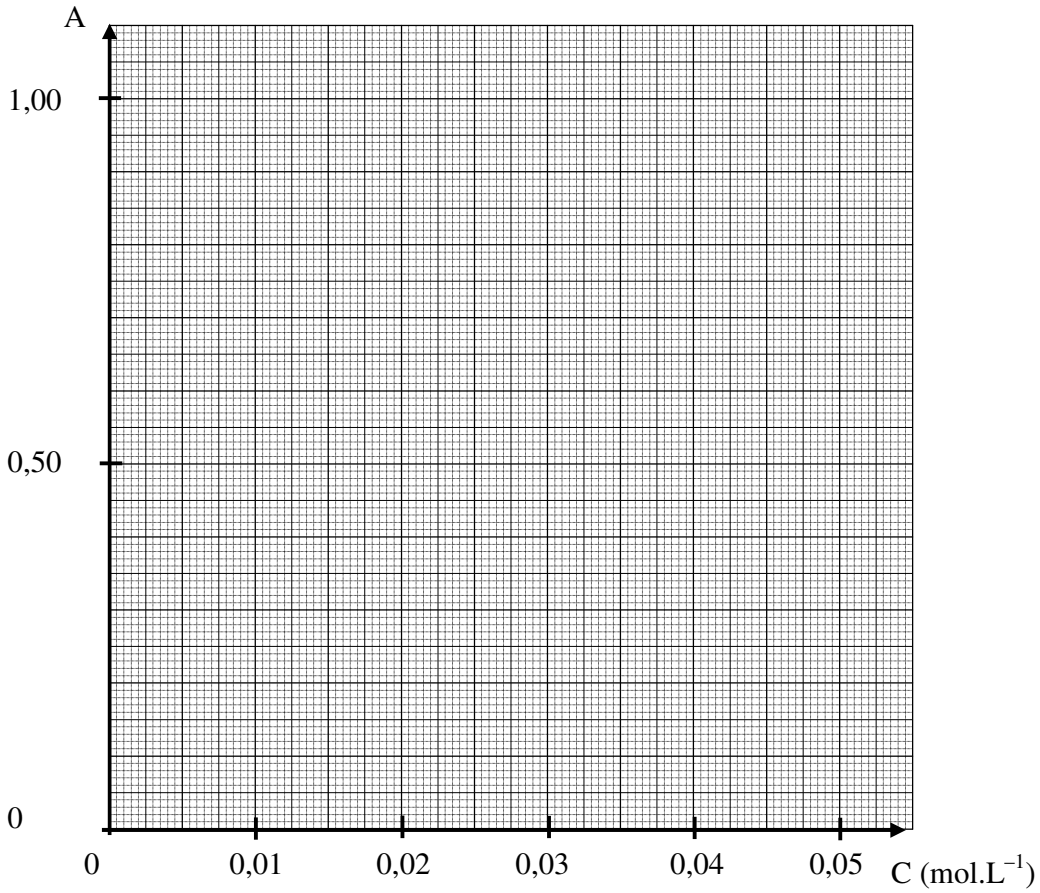


Figure 2



TOUTES LES ANNEXES, COMPLETEES OU NON, DOIVENT ETRE REMISES ET AGRAFEES AVEC LA COPIE D'EXAMEN