

Extrait de CCP TSI 2010

A - Pollution de l'air par le mercure

Le mercure est dangereux pour la santé humaine, il affecte principalement les fonctions cérébrales et rénales. Il est toxique sous de nombreuses formes. Cette partie étudie la toxicité du mercure métallique.

Dans cette partie, la température est égale à 298 K.

Données de la partie A :

- Les gaz sont assimilés à des gaz parfaits.
- $1 F = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.
- Masse molaire du mercure (Hg) en g.mol^{-1} : 200,6.
- Température de fusion du mercure : $-39 \text{ }^\circ\text{C}$ sous une pression de 1 bar.
- Le mercure Hg(liq) est un liquide non miscible avec une solution aqueuse. Son activité est égale à 1 lorsqu'il est seul dans sa phase.
- Valeur limite d'exposition au mercure dans l'air des locaux de travail : $0,05 \text{ mg.m}^{-3}$.

Données à 298 K :

- Potentiels standard apparents (pour mémoire, l'équilibrage des demi équations d'oxydo-réduction en milieu aqueux est effectué grâce aux ions OH^-) :
 $E^\circ([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}/\text{Zn}(\text{s})) = -1,21 \text{ V}$, $E^\circ(\text{HgO}(\text{s})/\text{Hg}(\text{liq})) = 0,10 \text{ V}$.
- Produit de solubilité : $K_s(\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})) = K_s = 10^{-17}$.
- Constante de formation globale : $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ $K_{\text{eq}} = \beta_4 = 10^{15,5}$.
- Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$.
- Potentiels standard (pour mémoire, l'équilibrage des demi équations d'oxydo-réduction en milieu aqueux est effectué grâce aux ions H^+) :
 $E^\circ(\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2(\text{g})) = E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2(\text{g})) = 0,00 \text{ V}$, $E^\circ(\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$.

I - Incinération d'une pile bouton

La pile $\text{Zn}(\text{s}) / [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}, \text{OH}^- // \text{OH}^- / \text{HgO}(\text{s}) / \text{Hg}(\text{liq})$ est miniaturisée sous forme de pile "bouton" utilisée par exemple pour l'alimentation électrique des montres, calculatrices, appareils photos et autres.

- 1) non traité
- 2)

Etude de la pile

- (a) Quels sont les deux couples oxydant-réducteur qui interviennent dans cette pile ?
- (b) Ecrire les demi-équations oxydant-réducteur correspondantes en milieu basique puisque cette pile fonctionne en milieu basique.
- (c) Calculer la force électromotrice standard apparente de cette pile en utilisant les potentiels standard apparents.

- (d) La pile fonctionne sous les conditions de pression des gaz de 1 bar et de telle sorte que les activités des espèces figurant dans les échanges électroniques en milieu basique à $\text{pH} = 14$ valent 1. Montrer que, dans ces conditions, la force électromotrice de la pile est égale à la force électromotrice standard apparente. Déduire le signe des pôles et le sens des échanges électroniques.
- (e) Dans les conditions précédentes (question d), écrire la réaction chimique se produisant lorsque la pile débite.

3) Incinération de la pile

Une pile bouton mélangée aux ordures ménagères est incinérée. Lors de la construction de cette pile, la cathode a été faite en acier, ce qui ne change rien aux réactions prévues précédemment. La pile a débité 0,1 A pendant une heure.

- (a) Exprimer littéralement la quantité d'électricité fournie par la pile de deux façons différentes.
- (b) En déduire une expression littérale du nombre de moles, puis de la masse de mercure formé lors de l'utilisation de la pile.
- (c) Calculer cette masse de mercure.
- (d) Calculer le volume d'air qui peut être pollué lors de l'incinération de cette pile sachant que la valeur limite d'exposition au mercure dans l'air des locaux de travail est de $0,05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.