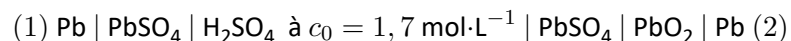


Étude d'un accumulateur au plomb

L'accumulateur au plomb, plus couramment appelé « batterie » est utilisé dans les automobiles comme source d'énergie électrique. Lorsque l'automobile a besoin d'électricité, l'accumulateur fonctionne comme une pile ordinaire. Puis, il se recharge grâce à l'énergie cinétique de l'automobile. C'est ce fonctionnement en pile que nous allons étudier.

On peut symboliser l'accumulateur au plomb par le schéma suivant :



La solution d'acide sulfurique étant très concentrée, le pH de cette solution sera pris égal à 0.

Données :

- $E_1^\circ = E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13 \text{ V}$
- $E_2^\circ = E^\circ(\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}) = 1,45 \text{ V}$
- $pK_s(\text{PbSO}_4) = 7,8$

1) Déterminer les degrés d'oxydation du plomb dans les espèces Pb , PbSO_4 , Pb^{2+} et PbO_2 . 2) Étude de l'électrode de gauche : quel est le couple redox à considérer ? Exprimer puis calculer le potentiel E_1 de l'électrode de gauche.

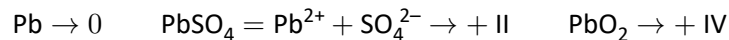
3) Étude de l'électrode de droite : le plomb n'est pour cette électrode qu'un conducteur électrique et n'intervient pas avec ses propriétés redox. Quel est alors le couple redox à considérer ? Exprimer puis calculer le potentiel E_2 de l'électrode de droite.

4) Dédire des deux questions précédentes la polarité de la pile et calculer sa force électromotrice. En déduire le nombre de piles identiques à monter en série pour obtenir une tension de 12 V.

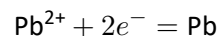


Correction

1) Après les propriétés de cours : somme des do égale la charge de l'entité et $do(O) = -II$, on en déduit le do de Pb :



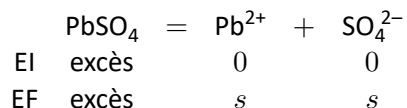
2) Le solide $PbSO_4$ est en équilibre avec ses ions Pb^{2+} et SO_4^{2-} . Le seul couple possible est : Pb^{2+}/Pb . Demi-équation :



La formule de Nernst donne :

$$E_1 = E_1^\circ + \frac{0,06}{2} \log\left(\frac{[Pb^{2+}]}{C^\circ}\right)$$

Or, le solide $PbSO_4$ est en équilibre avec ses ions Pb^{2+} et SO_4^{2-} .



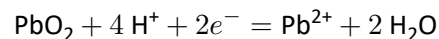
La LAM donne :

$$K_s = \left(\frac{s}{C^\circ}\right)^2 \Rightarrow \frac{[Pb^{2+}]}{C^\circ} = \frac{s}{C^\circ} = \sqrt{K_s}$$

Ainsi,

$$E_1 = E_1^\circ - 0,015 \times pK_s = -0,247 \text{ V}$$

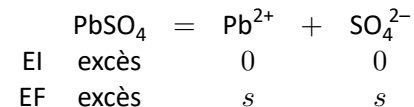
3) Le solide $PbSO_4$ est toujours en équilibre avec ses ions Pb^{2+} et SO_4^{2-} . Le seul couple possible est : PbO_2/Pb^{2+} . Demi-équation :



La formule de Nernst donne :

$$E_2 = E_2^\circ + \frac{0,06}{2} \log\left(\frac{[H^+]^4}{[Pb^{2+}](C^\circ)^3}\right)$$

Or, le $pH = 0$ donc $[H^+] = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et le solide $PbSO_4$ est en équilibre avec ses ions Pb^{2+} et SO_4^{2-} .



La LAM donne :

$$K_s = \left(\frac{s}{C^\circ}\right)^2 \Rightarrow \frac{[Pb^{2+}]}{C^\circ} = \frac{s}{C^\circ} = \sqrt{K_s}$$

Ainsi,

$$E_2 = E_2^\circ + 0,015 \times pK_s = 2,62 \text{ V}$$

4) Le (2) est donc le pôle (+) et le (1) le pôle (-). On a :

$$fem = E_2 - E_1 = 2,867 \text{ V}$$

Il faut donc 4 à 5 accumulateurs en série pour avoir une tension de 12 V.