Piles électrochimiques

I) Fabrication et évaluation des caractéristiques d'une pile

Matériel :
- 2 Béchers 100mL
- Plaques de Cuivre et de Zinc
- Solutions ioniques de concentration C = 1,0 mol·L^{-1} de $CuSO_4$ et $ZnSO_4$
- Bandelette de papier pouvant être imprégnée de solution saline (K^+ ; NO_3^-)
- 2 Multimètres, 6 fils de connexion et 2 pinces crocodiles.
- R=10Ω

1) *Schéma :*
Schématisez une pile qui pourrait être fabriquée à partir du matériel à votre disposition dans la salle.

Données : Couples $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$ et $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$

2) Une fois validé par l'enseignant, *Fabriquer la pile.*

3) *Principe de fonctionnement de la pile :*

a) Ecrire le bilan de la réaction chimique de fonctionnement de cette pile.
b) A l'aide d'un voltmètre, repérer les bornes + et – de la pile. En déduire les pôles + et – de la pile. Les reporter sur votre schéma.
c) Déduire de la question précédente le sens spontané de la réaction chimique se produisant lors du fonctionnement de la pile.
d) La constante de réaction associée (pour les nombres stœchiométriques égaux à 1) vaut K= 10^{37}. Comment interpréter cette valeur extrêmement élevée ?
e) Calculer le quotient de réaction Q_r au moment où la pile est fabriquée. Commenter.

4) *Capacité électrique de la pile :* est la charge électrique maximale Qmax que peut fournir une pile. Elle dépend de la quantité de matière d'électrons mis en jeu $Q_{max}=n_e$ x F où F= cste de Faraday=9,65.10^{-4}C.mol^{-1}

a) Quel réactif sera limitant pour la pile fabriquée ?
b) Calculer la capacité Q_{max} de la pile fabriquée.

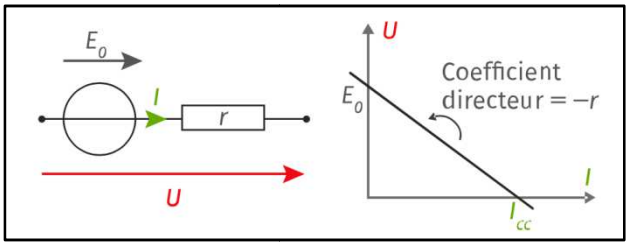
II) Modélisation et optimisation de la pile

1) *Etude de la pile*

a) Tension à vide E de la pile :
Mesurer la tension « à vide » E_0 de la pile : c'est la tension aux bornes de la pile lorsque cette pile ne délivre pas de courant, ou lorsque ses bornes sont reliées par un Voltmètre. Noter E_0.

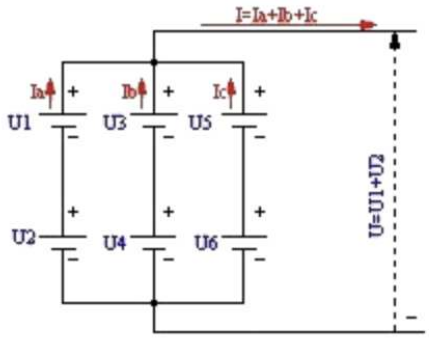
b) *Intensité de court-circuit* :
Mesurer, à l'aide d'un ampèremètre, l'intensité de court-circuit I_{cc} de la pile fabriquée : C'est l'intensité délivrée par la pile lorsque ses bornes sont reliées directement par un fil ou par un ampèremètre.

c) *Résistance interne* : En utilisant le modèle mathématique de la pile décrit ci-dessous, évaluer sa résistance interne r(Ω)



NB : Même si vous avez bien travaillé, la résistance interne r sera comprise entre 1000Ω et 10 kΩ !

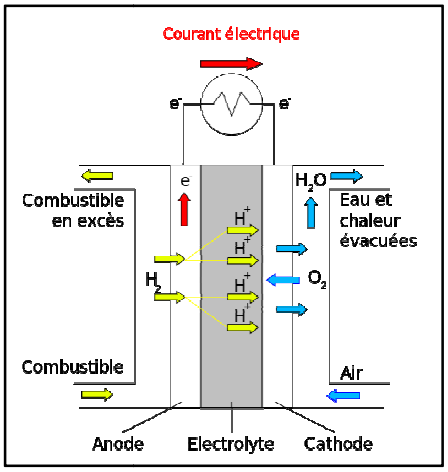
2) *Etude d'une association de piles :*



a) Combien de piles fabriquées faudrait-il placer en série pour fabriquer une pile délivrant une tension à vide supérieure à 3V ?

b) Combien de piles faudrait-il associer en dérivation pour obtenir une pile délivrant une intensité de court-circuit supérieure à 5 mA ?

Peut-on alimenter un dispositif électronique avec cette pile ?

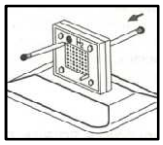


III) Pile rechargeable (à combustible H_2)

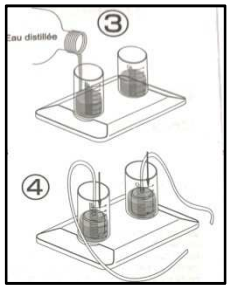
Matériel : kit pour pile O_2/H_2

1) Ecrire l'équation de fonctionnement de cette pile, en tenant compte de son schéma de principe ci contre :

2) Fabriquer la pile :
   - Poser la pile sur son support et remplir l'électrolyte d'eau distillée des deux côtés de la pile jusqu'à ce que l'eau ruisselle (1 goutte) en bas de la pile.
   -
   - Boucher alors les petits tuyaux de remplissage.

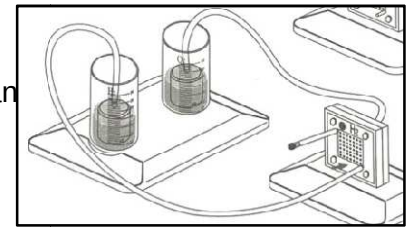


   - Positionner les réservoirs sur leurs supports en les vissant délicatement dans le sens des aiguilles d'une montre puis les remplir d'eau jusqu'au niveau 0.



   - Insérer les cloches à gaz en pressant celles-ci délicatement vers le bas. Veuillez à ce qu'elles soient vides d'air. Relier les cloches à un tuyau d'alimentation en gaz.

   - Relier les bornes Anode et Cathode aux réservoirs de gaz (cloches remplies d'eau



3) Charger la pile en forçant la réaction de pile dans son sens non spontan (inverse) en utilisant une batterie externe que vous brancherez à ses bornes (Vous réaliserez ainsi l'électrolyse de l'eau)

4) Alimenter un moteur électrique ou une petite diode avec la pile rechargée.La résistance interne de la pile ainsi constituée est de l'ordre de 10 Ω, ce qui permet un transfert optimal de l'énergie chimique vers le moteur.

5) La pile débite un courant I = 10 mA pendant t = 1h (soit 3600 s). Calculer sa consommation en volume de dihydrogène $H_{2(g)}$. On donne : $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$C et $\mathcal{N}_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$mol^{-1} ; Volume molaire d'un gaz V_m = 24 L·mol^{-1}et I(A)= q(C)/t(s) définit l'intensité électrique.