

TP Spé CHIMIE – chap 03. Eau et énergie :ELECTROLYSE DE L'EAU.

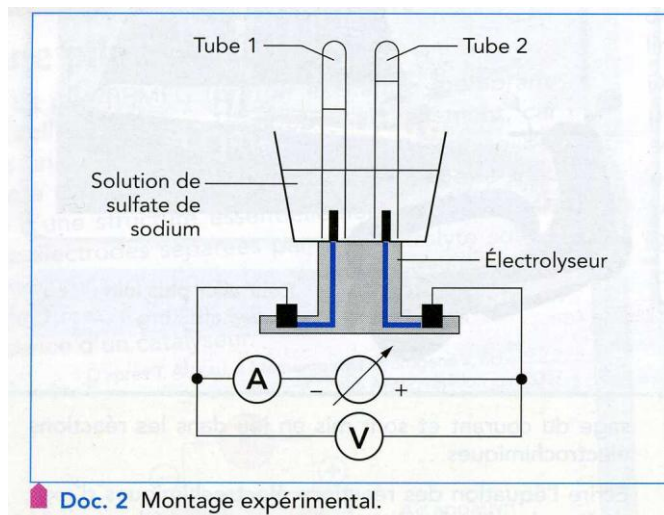
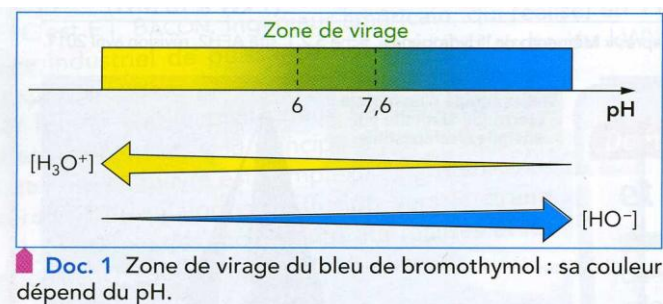
TP réalisé à partir de l'activité expérimentale 1 p.54-55 du manuel Hachette TS Spé (2012).

L'électrolyse de l'eau est l'une des voies de production du dihydrogène. Elle est envisagée pour utiliser les surplus de production d'électricité.

La manipulation proposée permet d'étudier le fonctionnement d'un électrolyseur et de déterminer le rendement de la transformation d'énergie qu'il effectue.

1. Etude qualitative

- Introduire un volume suffisant (électrodes complètement immergées) de solution de sulfate de sodium ($2\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) à $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ dans la cuve de l'électrolyseur.
- Remplir deux tubes à essai avec la solution de sulfate de sodium à laquelle ont été ajoutées quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT)
- Les fermer avec un bouchon, les retourner sur l'électrolyseur, les déboucher (en immersion) et les fixer au-dessus des électrodes (doc 2.)
- Régler la générateur de tension sur la valeur 12 V et le laisser débiter environ cinq minutes. Observer.
- Noter l'évolution, s'il y a lieu, de la teinte de la solution des tubes 1 et 2 et comparer les volumes de gaz contenus dans ces tubes.
- Arrêter le générateur lorsque l'un des tubes est rempli de gaz.
- Boucher (avec un bouchon) le tube 1 avant de le sortir de la solution, le retourner et le déboucher en présentant simultanément une allumette enflammée à son extrémité.
- Boucher (avec un bouchon) le tube 2 avant de le sortir de la solution, le retourner et le déboucher en introduisant immédiatement une bûchette incandescente dans sa partie supérieure.

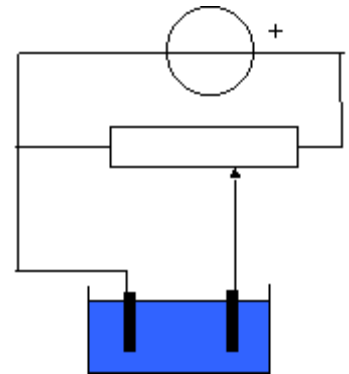


Questions :

- 1) Dédurre des tests réalisés la nature des gaz produits.
- 2) Que traduit le(les) changement(s) de couleur observé(s) dans le(les) tube(s) ?
- 3) Représenter le sens conventionnel de déplacement du courant dans le circuit (doc 2.). Représenter également le sens de déplacement des électrons dans le circuit extérieur à l'électrolyseur.
- 4) a) Etablir l'équation de la réaction se produisant à chacune des électrodes.
b) Identifier l'anode et la cathode après avoir rappelé la définition de ces deux termes.
- 5) a) Déterminer l'équation de la réaction qui décrit le fonctionnement global de l'électrolyseur.
b) Les volumes respectifs des deux gaz produits sont-ils cohérents avec l'équation de cette réaction ?
c) Pourquoi avoir utilisé une solution aqueuse de sulfate de sodium et non de l'eau pure pour réaliser l'électrolyse de l'eau ?
d) Quels sont les porteurs de charge responsables du passage du courant dans la solution ? Dans quel(s) sens se déplace-t-il ? Représenter leur déplacement sur le doc 2.

2. Tracé de la caractéristique de l'électrolyseur

- Régler la tension aux bornes du générateur à 12 V, aucun circuit n'étant connecté sur ce dernier.
- Représenter sur le schéma ci-contre le voltmètre permettant de mesurer la tension U aux bornes de l'électrolyseur ainsi que l'ampèremètre qui mesure l'intensité I du courant le traversant.
- Réaliser un montage potentiométrique en vous inspirant du schéma ci-contre. (**laisser une borne du générateur débranchée**)
- Placer le voltmètre et l'ampèremètre dans le circuit sans les allumer.
- Préparer un tableau de mesures : U (V) en fonction de I (mA) converti ensuite en Ampère.
- **Appeler le professeur pour vérification.** Après vérification fermer le circuit et allumer les appareils de mesure. **Attention au calibre de l'ampèremètre pendant les mesures !**
- Faire varier la résistance du rhéostat pour augmenter progressivement la tension U aux bornes de l'électrolyseur et relever simultanément, pour chaque valeur de tension, l'intensité du courant traversant l'électrolyseur. **On se limitera à 6 V maximum.**



Questions :

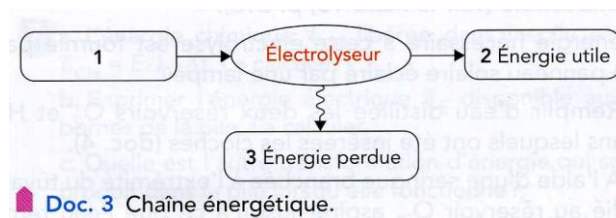
- 1) Tracer, à l'aide d'Excel, la caractéristique de l'électrolyseur $U = f(I)$.
- 2) La caractéristique est-elle de type : $U = E' + r \cdot I$, $U = E - r \cdot I$, $U = r \cdot I$? Justifier le choix fait et vérifier-le en affichant l'équation dans Excel. Relever cette équation.
- 3) L'électrolyseur est-il un générateur ou un récepteur électrique ?
- 4) Dédurre de la caractéristique, la valeur de la force contre électromotrice E' de l'électrolyseur et celle de sa résistance interne r .

3. Rendement de l'électrolyseur (manipulation si temps, sinon passer directement aux questions d'après les données professeur)

- Refaire le montage correspondant au doc 2. (Générateur éteint lors du montage)
- Remplir deux éprouvettes graduées avec la solution de sulfate de sodium et les retourner sur l'électrolyseur en les plaçant (attention à l'équilibre !) au-dessus des électrodes.
- Allumer le générateur en déclenchant le chronomètre, régler très rapidement la tension mesurée à une valeur voisine de 12 V. Noter alors l'intensité I_0 et la valeur précise de la tension U .
- Laisser débiter le générateur.
- Eteindre le générateur et stopper simultanément le chronomètre lorsque le volume de dihydrogène formé est égal à $V(H_2) = 10 \text{ mL}$.
- Noter la durée Δt écoulée et le volume de dioxygène formé $V(O_2)$.

Questions :

- 1) Compléter le schéma de la chaîne énergétique suivant, en précisant la nature des énergies 1, 2 et 3 :



Doc. 3 Chaîne énergétique.

- 2) a) Exprimer l'énergie électrique E_E reçue par l'électrolyseur en fonction de U , I_0 et Δt , puis la calculer.
b) L'énergie utile, notée E_{ch} , a pour expression : $E_{ch} = E' \cdot I_0 \cdot \Delta t$: la calculer.
c) Exprimer l'énergie produite E_j (3) en fonction de r , I_0 et Δt . Comment appelle-t-on cet effet mis en jeu ?
d) Définir le rendement énergétique de l'électrolyseur. Montrer qu'il peut s'écrire : $\eta = \frac{E'}{U}$. Le calculer.
- 3) La réaction chimique mise en jeu a pour équation : $2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons 2 \text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$
La dissociation d'une mole d'eau nécessite une énergie chimique $E_{dm} = 282 \text{ kJ}$.
a) Quelle est l'énergie chimique E_d qui a été mise en jeu lors de l'obtention du volume $V(H_2) = 10 \text{ mL}$ sachant que le volume occupé par une mole de gaz est de $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ dans ces conditions ?
b) Calculer le quotient $\frac{E_d}{E_{ch}}$. Commenter le résultat obtenu.

1 **Électrolyse de l'eau** (p. 54-55)

Matériel et produits

- Un électrolyseur ;
- un générateur de tension continue réglable ;
- deux multimètres ;
- deux tubes à hémolyse avec bouchons adaptés ;
- deux tubes en verre gradués ;
- un support et système de fixation ;
- cinq fils électriques ;
- un chronomètre ;
- une solution de sulfate de sodium à $0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- du bleu de bromothymol ;
- des allumettes ;
- une buchette.

A noter :

- Remplacer les tubes en verre gradués par des éprouvettes 20 ou 25 mL.
- Rajouter un rhéostat adapté pour le relevé de la caractéristique de l'électrolyseur.
- Prévoir une réserve de fils électriques.
- Prévoir une réserve de solution de sulfate de sodium à $0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Pipette pasteur.
- Gants.