

Chimie : Thème : Piles électrochimiques

On considère la pile électrochimique (P) schématisée par la figure 1.



Figure 1

Les solutions aqueuses de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc ont la même concentration molaire  $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et le même volume  $V = 50 \text{ mL}$ .

- 1- Donner le nom et le symbole de la pile (P).
  - 2- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
  - 3- Lorsque la pile débite du courant électrique dans un circuit extérieur, la lame de zinc s'amincit progressivement et du cuivre métallique se dépose sur la lame de cuivre.
    - a- Ecrire l'équation de la transformation chimique qui a lieu au niveau de chacune des deux électrodes de la pile (P).
    - b- En déduire l'équation bilan de la réaction chimique spontanée qui a lieu, dans la pile (P), au cours de son fonctionnement, et préciser sa polarité.
  - 4- Après une certaine durée de fonctionnement, la lame de cuivre se recouvre d'une couche métallique de masse  $m = 254 \text{ mg}$ .
    - a- Déterminer la quantité de matière  $n_{\text{Cu}}$  de cuivre déposée.
    - b- Calculer la nouvelle concentration molaire de la solution de sulfate de cuivre.
- On suppose que le volume de la solution, dans chaque compartiment de (P), reste inchangé.
- 5- Pour réaliser l'affinage d'une lame de cuivre, on utilise une solution aqueuse de sulfate de cuivre, un générateur de tension continue et deux électrodes, dont l'une est en graphite et l'autre en cuivre (électrode à affiner).
    - a- Faire le schéma du montage, en précisant la polarité du générateur.
    - b- Donner l'intérêt pratique d'une telle électrolyse.

On donne :  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice n°1 :

On réalise un circuit électrique comportant en série, un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de valeur maximale  $U_m$  et de fréquence  $N$  réglable, un conducteur ohmique de résistance  $R$ , une bobine d'inductance  $L = 0,52 \text{ H}$  et de résistance  $r$ , un condensateur de capacité  $C$  et un ampèremètre de résistance négligeable.

Pour une valeur  $N = N_1$  de la fréquence du générateur, on visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les tensions  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur et  $u(t)$  aux bornes du générateur. Les courbes  $\mathcal{C}_1$  et  $\mathcal{C}_2$  de la figure 1 représentent les variations, au cours du temps, des deux tensions  $u_c(t)$  et  $u(t)$ .

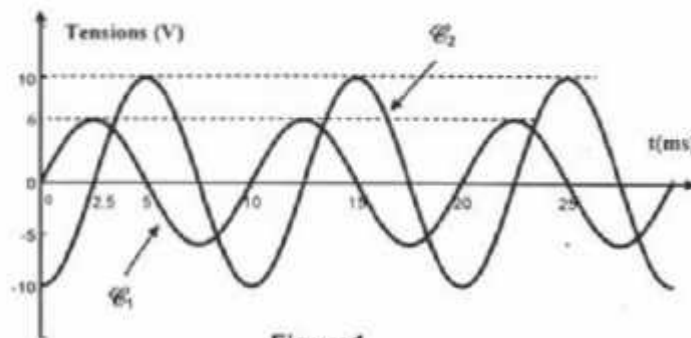


Figure1

- I- 1) Proposer un schéma du montage électrique, permettant de visualiser simultanément les tensions,  $u(t)$  et  $u_c(t)$ , en précisant les connexions nécessaires .
- 2) Montrer que la courbe  $\mathcal{C}_1$  correspond à  $u(t)$ .
- 3) Déterminer graphiquement :
- a- la valeur de la période  $T_1$  et en déduire celle de la fréquence  $N_1$  du générateur ;
  - b- le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_c}$  de  $u(t)$  par rapport à  $u_c(t)$  et montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
- 4) Sachant que l'ampèremètre indique une intensité  $I = 21,2 \text{ mA}$ , déterminer :
- a- la valeur de l'impédance  $Z_1$  du circuit. En déduire la valeur de sa résistance totale.
  - b- la valeur  $E$  de l'énergie totale emmagasinée dans le circuit.

II- L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit est :

$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i + \frac{1}{C} \int i dt = u(t). \text{ Elle admet une solution de la forme } i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_1).$$

Pour une valeur  $N = N_2$  de la fréquence du générateur, une construction de Fresnel relative à cette équation différentielle est représentée sur la figure 2 de la page 5/5. Les vecteurs associés à cette construction ne sont pas précisés.

- 1) Compléter le tableau relatif à la construction de la figure 2 de la page 5 / 5 ; Feuille à remettre avec la copie.
- 2) En exploitant la construction de Fresnel :
- a- montrer que la valeur de l'intensité maximale du courant est pratiquement :  $I_m = 26,0 \text{ mA}$  ;
  - b- déterminer la valeur  $N_2$  de la fréquence du générateur ;
  - c- déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

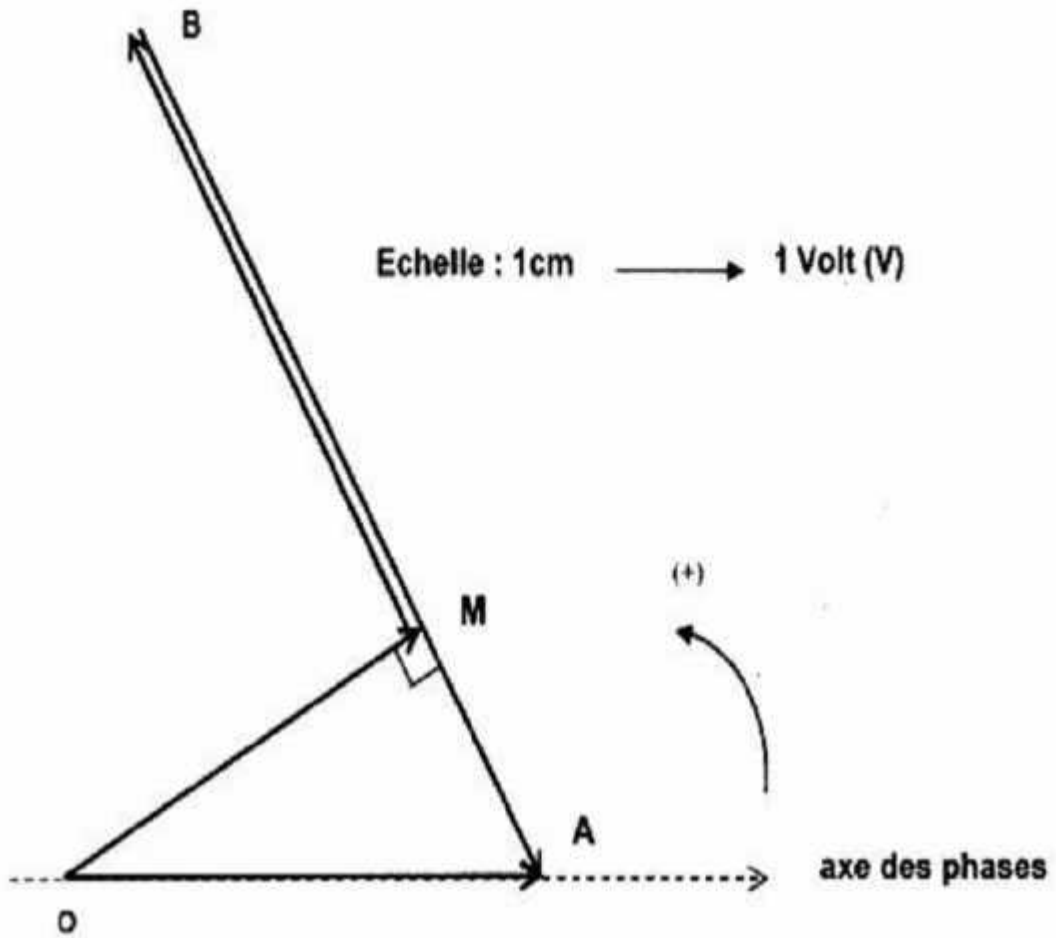


Figure 2

Tension	Vecteur de Fresnel associé	Tension maximale
$u(t)$	$\vec{OA}$	.....
$(R+r) i(t)$	.....	$(R+r) I_m$
$\frac{1}{C} \int i(t). dt$	$\vec{BA}$	.....
$L \frac{di(t)}{dt}$	.....	.....

Tableau



## Exercice n°2 :

**A-** Un générateur basse fréquence (GBF), de fréquence  $N$  réglable, délivre une tension crête à crête entre  $0$  et  $4V$ . Ce générateur alimente un dipôle (RC) constitué d'un conducteur ohmique de résistance  $R$  et d'un condensateur de capacité  $C = 2 \mu F$  (figure 2). Ainsi, durant une demi-période le dipôle (RC) est soumis à un échelon de tension  $E = 4V$ .

Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser, simultanément et pour une fréquence  $N$  donnée, les tensions  $u_C(t)$  aux bornes du générateur et  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur. Les chronogrammes des figures 3 et 4, de la page 5/5 (feuille annexe) correspondent, respectivement, à deux fréquences  $N_1$  et  $N_2$  de  $N$ .

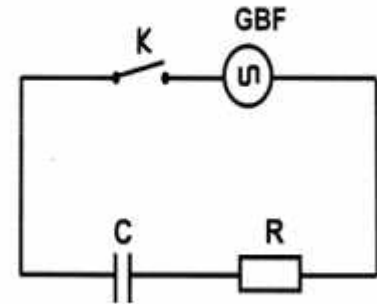


Figure 2

1- Par exploitation des figures 3 et 4, déterminer :

- les valeurs des fréquences  $N_1$  et  $N_2$ ,
- la valeur de la tension maximale aux bornes du condensateur, pour chacune des deux fréquences  $N_1$  et  $N_2$ .

2- Montrer que pour l'une des deux fréquences ( $N_1$  et  $N_2$ ), on peut confirmer que le condensateur est complètement chargé.

3- a- Déterminer, graphiquement, la valeur de la constante de temps  $\tau$  du dipôle (RC).

b- En déduire la valeur de la résistance  $R$ .

4- Calculer, pour la fréquence  $N_1$ , la valeur minimale de la constante de temps  $\tau'$  permettant d'avoir une tension aux bornes du condensateur égale à  $E$ .

**B-** On réalise un multivibrateur astable par l'association du dipôle (RC) à un comparateur. Ce dernier est constitué d'un amplificateur opérationnel et de deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1$  et  $R_2$ , comme le montre la figure 5. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser, simultanément, les tensions  $u_C(t)$  et  $u_S(t)$ .

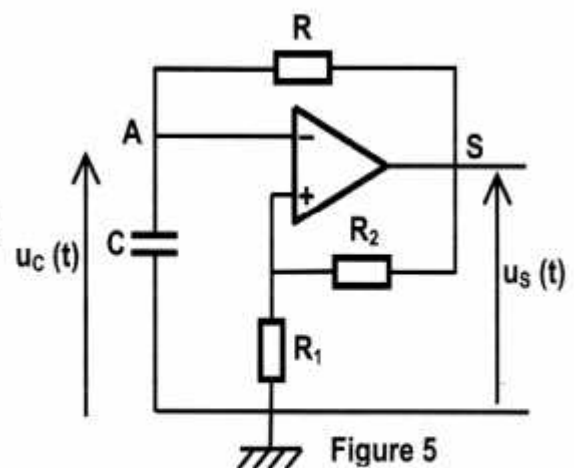
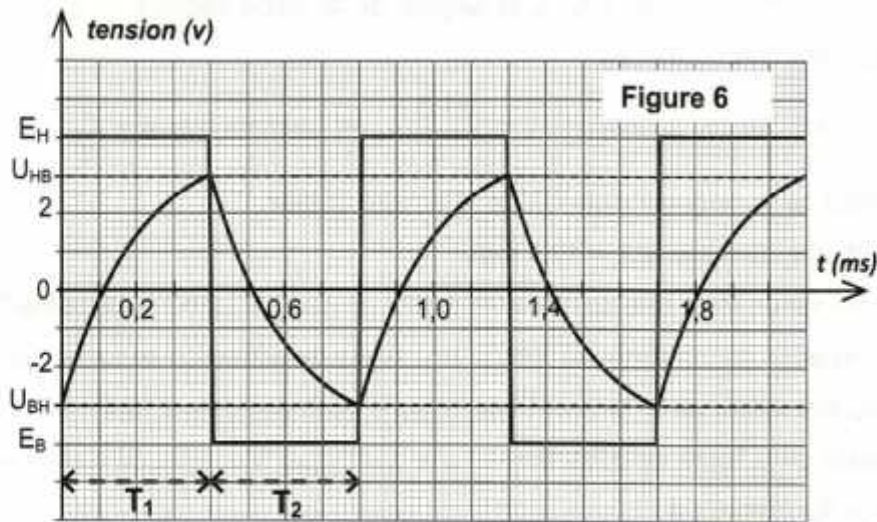


Figure 5

Les chronogrammes des tensions  $u_C(t)$  et  $u_S(t)$ , pour  $R_1 = R_2$ , sont donnés par la figure 6.



Pour ces chronogrammes, les tensions  $E_H$  et  $E_B$  sont, respectivement, les niveaux haut et bas de la tension de sortie  $u_s(t)$  du multivibrateur.

Les durées  $T_1$  et  $T_2$  sont, respectivement, celles des états haut et bas du cycle de multivibrateur. Pendant une durée  $T_i$ , la tension  $u_c(t)$  passe d'une valeur initiale  $U_i$  à une valeur finale  $U_f$ . La tension visée et non atteinte par  $u_c(t)$  est notée  $U_v$ .

Ainsi, la durée  $T_1$  a pour expression :  $T_1 = RC \text{Log} \left( \frac{U_i - U_v}{U_f - U_v} \right)$

1- Préciser, en le justifiant, les phénomènes qui ont lieu:

a- au niveau du condensateur durant  $T_1$  et  $T_2$ ,

b- au niveau du comparateur, pour  $u_c(t) = U_{HB}$  et  $u_c(t) = U_{BH}$ .

2- Justifier la dénomination d'un tel circuit de multivibrateur astable.

3- a- Exprimer la durée  $T_1$  en fonction de  $R$ ,  $C$ ,  $U_{HB}$ ,  $U_{BH}$  et  $E_H$ .

b- Montrer que:  $T_2 = RC \text{Log} \left( \frac{U_{HB} - E_B}{U_{BH} - E_B} \right)$ .

4- a- Déterminer, graphiquement, la période  $T$  de multivibrateur.

b- En déduire la valeur du rapport cyclique  $\delta$ . On rappelle que :  $\delta = \frac{T_1}{T}$ .

c- Préciser l'effet de l'augmentation de la valeur de  $\delta$  sur la forme du chronogramme de  $u_s(t)$ .

### Exercice n°3 :

Une fente fine de largeur  $a$  est éclairée par un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ . Sur un écran  $E$ , placé au-delà de la fente, perpendiculairement au faisceau de lumière et à une distance  $D$  du plan de la fente, se forme une figure de diffraction.

1- Décrire, brièvement, la figure de diffraction qui se forme sur  $E$ .

2- Justifier, le caractère ondulatoire de la lumière mis en évidence dans cette expérience.



3- Etablir, une relation entre  $L$ ,  $D$  et  $\theta$ , avec  $L$  la largeur de la tache centrale et  $\theta$  la demi-largeur angulaire (on supposera que:  $\text{tg}(\theta) \approx \theta$ ).

4-a- Montrer, que  $L$  est donnée par la relation :  $L = \frac{2\lambda D}{a}$ , en sachant que  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ .

b- Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière utilisée.

On donne :  $a = 200 \mu\text{m}$ ,  $D = 2 \text{ m}$  et  $L = 12,5 \text{ mm}$ .

5- On remplace la fente par un fil en soie de diamètre  $d$ , tout en gardant la même distance  $D$  et la même source lumineuse du montage précédent. Une figure de diffraction se forme sur l'écran  $E$ , mais avec une nouvelle valeur de la largeur  $L'$  de la tache centrale égale à  $13,5 \text{ mm}$ .

a- Justifier la formation de la figure de diffraction dans le cas de ce fil en soie de diamètre  $d$ .

b- Calculer la valeur du diamètre  $d$ .

On donne :  $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ .

### Exercice n°4:

#### Ondes dans un milieu dispersif

La dispersion est le phénomène qui affecte une onde dans un milieu dispersif. Dans ce milieu, les différentes fréquences constituant l'onde ne se propagent pas à la même vitesse. On rencontre ce phénomène pour tous types d'ondes, tels que les vagues, le son et la lumière, quand ils se propagent dans un milieu dispersif.

Ainsi, pour les ondes lumineuses, l'arc-en-ciel est une manifestation de la dispersion des rayons du soleil par les gouttes de pluie. Cependant, le vide n'est pas un milieu dispersif pour ces ondes lumineuses. En effet, la vitesse de la lumière ne dépend pas de sa fréquence. Pour les ondes sonores de fréquences audibles ( $20 \text{ Hz} < N < 20 \text{ kHz}$ ) l'air est un milieu non dispersif. Ainsi, toutes les ondes sonores audibles se déplacent à la même vitesse. Cependant, pour des ondes sonores de très grande amplitude, l'air devient un milieu dispersif.

*D'après: [wikipédia.org/dispersion](http://wikipédia.org/dispersion)*

#### Questions

- 1- Relever du texte une définition d'un milieu dispersif.
- 2- Donner la raison pour laquelle le vide est considéré comme étant un milieu non dispersif pour les ondes lumineuses.
- 3- Préciser, dans le cas d'une onde sonore, les deux conditions pour que l'air soit considéré comme milieu non dispersif.

# Feuille annexe

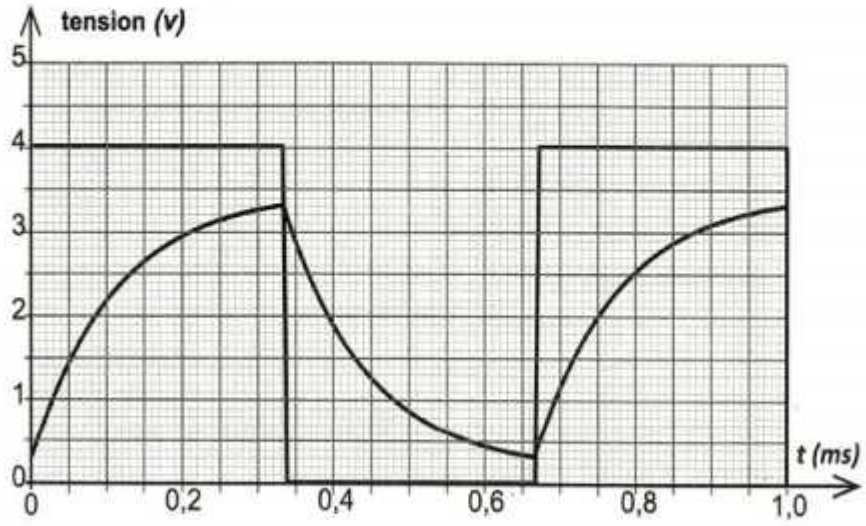


Figure 3

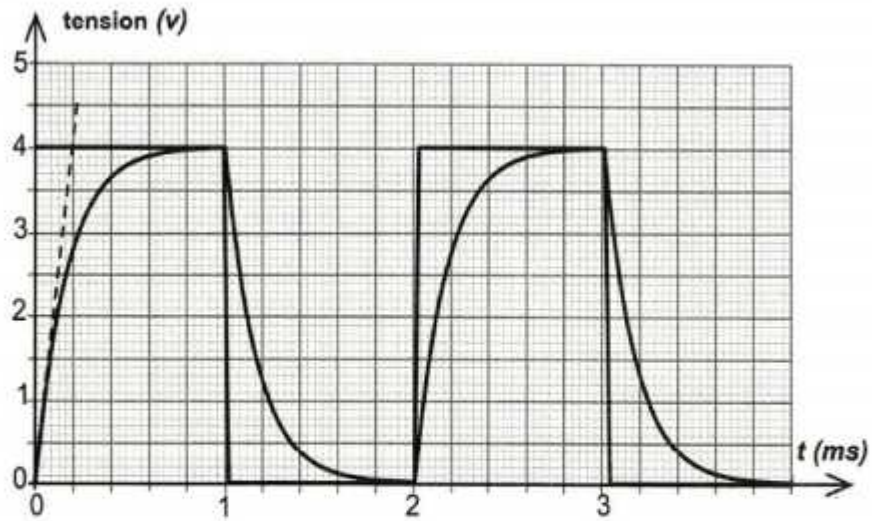


Figure 4