

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4

**CHIMIE (5 points)**

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

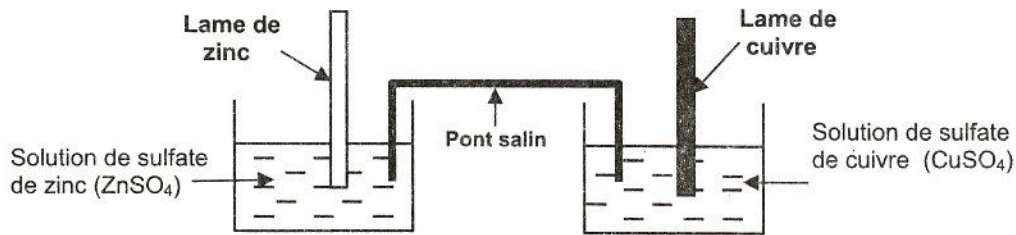


Figure 1

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

## PHYSIQUE (15 points)

### Exercice n°1 (7 points)

**A-** On réalise un circuit électrique série, constitué d'un générateur de tension de force électromotrice  $E$ , un interrupteur  $K$ , un conducteur ohmique de résistance  $R$  et une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  (Figure 2).

A un instant  $t = 0$ , on ferme le circuit.

1- Exprimer, en fonction de l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant qui circule dans le circuit, les tensions instantanées  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique et  $u_B(t)$  aux bornes de la bobine.

2- En respectant l'orientation du circuit, montrer que l'équation différentielle vérifiée par  $i(t)$  peut se mettre sous la forme:

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = \frac{E}{L+r}, \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r}.$$

3- Vérifier que :  $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  est solution de cette équation.

4- Déterminer, en régime permanent:

- a- l'expression de l'intensité  $I_0$  du courant qui circule dans le circuit, en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $r$ ,
- b- l'expression de la tension  $U_{B_0}$  aux bornes de la bobine, en fonction de  $r$  et  $I_0$ .

**B-** A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, convenablement réglé, on visualise simultanément l'évolution des tensions  $u_R(t)$  et  $u_B(t)$ . On obtient les courbes (a) et (b) de la figure 3.

1- Montrer que la courbe (b) correspond à  $u_B(t)$ .

2- Par exploitation des courbes (a) et (b) de la figure 3, déterminer:

- a- la valeur de l'intensité  $I_0$ , sachant que  $R = 20 \Omega$ ,
- b- la valeur de la tension  $U_{B_0}$  et déduire celle de la résistance  $r$ ,
- c- la constante de temps  $\tau$  et déduire la valeur de l'inductance  $L$ .

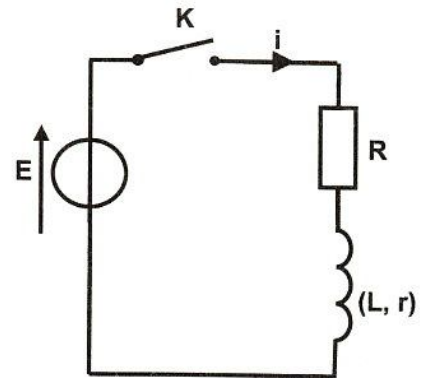


Figure 2

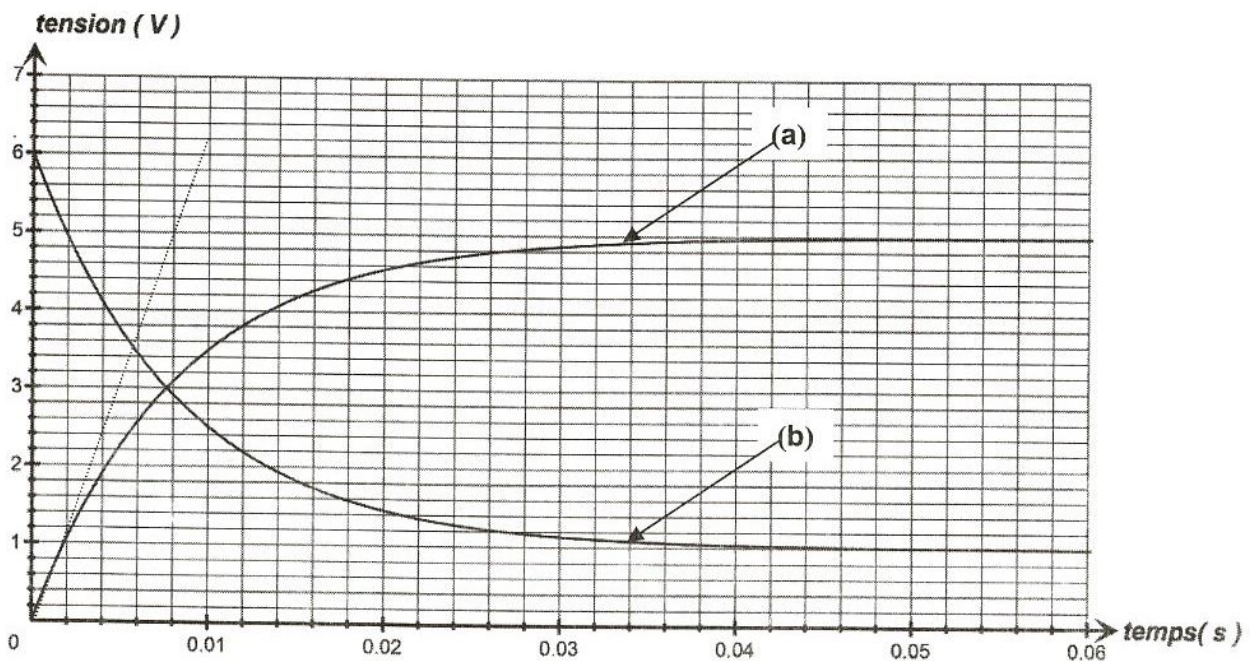


Figure 3



C- On insère dans le circuit précédent (Figure 2), un condensateur de capacité  $C$  et on remplace le générateur de tension par un générateur basse fréquence (**GBF**) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ , d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément, l'évolution au cours du temps des tensions  $u(t)$  aux bornes du générateur et  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique.

Pour une fréquence  $N_0$  du **GBF**, on obtient les courbes de la figure 4.

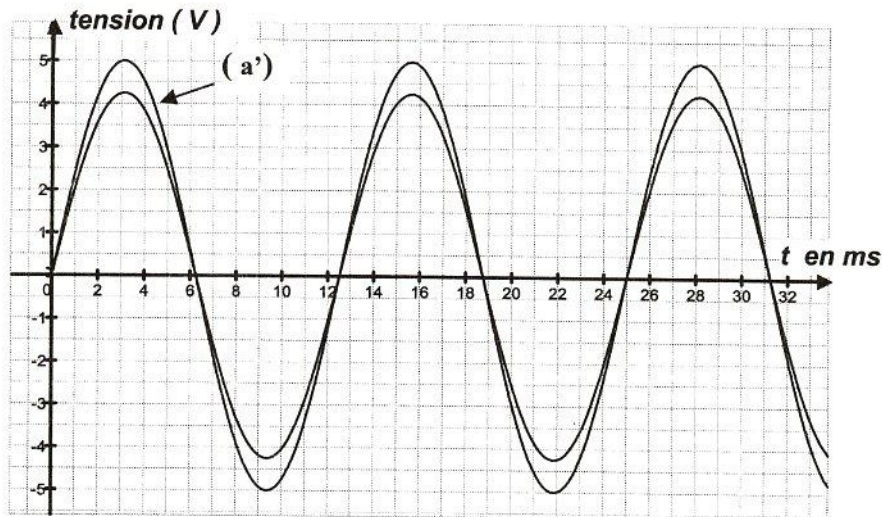


Figure 4

- 1- Préciser, en le justifiant, le phénomène physique dont le circuit est le siège.
- 2- Montrer que la courbe (a') correspond à  $u(t)$ .
- 3- Par exploitation des courbes de la figure 4, déterminer la valeur de :
  - a- la fréquence  $N_0$  du **GBF**,
  - b- l'intensité efficace  $I$  du courant qui circule dans le circuit,
  - c- la capacité  $C$  du condensateur. On donne  $L = 0,19 \text{ H}$ .

### Exercice n°2 (5 points)

On réalise le montage du filtre électrique schématisé par la figure 5 et constitué de deux conducteurs ohmiques de résistances respectives  $R_1$  et  $R_2$ , d'un amplificateur opérationnel supposé idéal et d'un condensateur de capacité  $C$ . Une tension électrique sinusoïdale:  $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ , d'amplitude constante et de fréquence  $N$  réglable est appliquée à l'entrée du filtre. La tension de sortie est:

$$u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi).$$

- 1- Justifier qu'il s'agit d'un filtre actif.
- 2- La transmittance  $T$  de ce filtre a pour expression :

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 + (2\pi N R_1 C)^2}}, \quad \text{avec} \quad T_0 = \frac{R_1}{R_2}$$

- a- Préciser le comportement de ce filtre pour les faibles et les hautes fréquences.

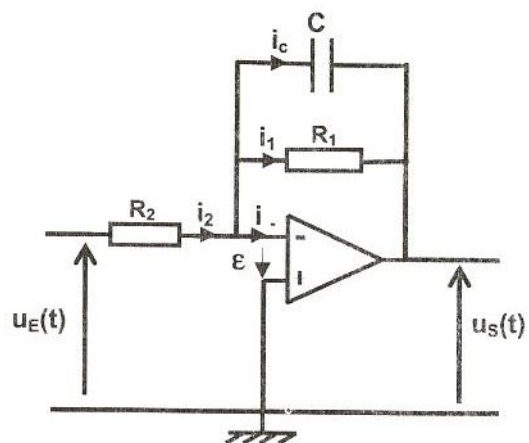
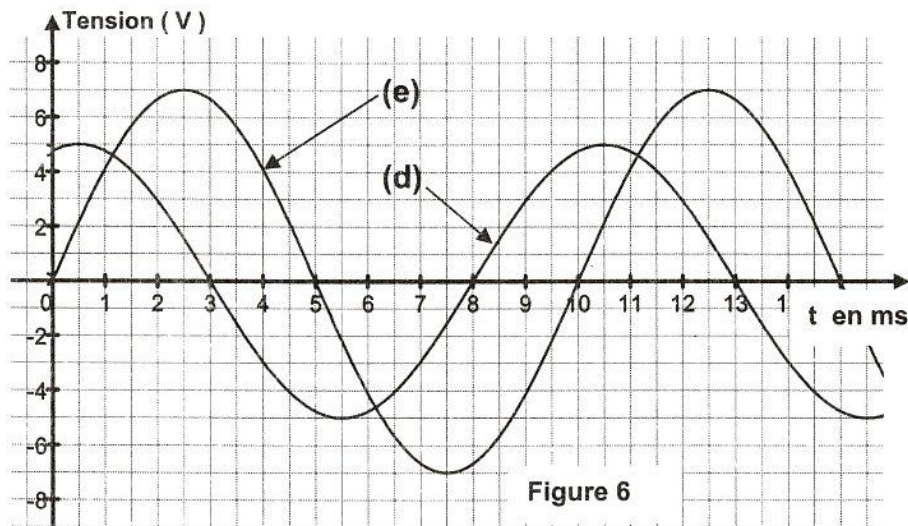


Figure 5

- b- En déduire la nature du filtre (passe-bas, passe-haut).
- c- Déterminer l'expression de sa fréquence de coupure  $N_C$ .
- 3- Pour une fréquence  $N_1$  de la tension d'entrée et pour  $R_2 = R_1$ , les variations des tensions  $u_E(t)$  et  $u_S(t)$  au cours du temps sont données par les courbes (d) et (e) de la figure 6.
- a- Justifier que la courbe (d) correspond à  $u_S(t)$ .
- b- Déterminer la valeur de la fréquence  $N_1$  et montrer qu'elle correspond à la fréquence de coupure  $N_C$  du filtre (on prendra  $\sqrt{2} \approx 1,4$ ).
- c- Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. On donne  $R_1 = R_2 = 320 \Omega$ .



### Exercice n°3 (3 points)

#### « Etude d'un document scientifique » Chauffage par induction

Le principe du chauffage par induction repose sur des courants électriques induits au sein de la matière en vue de produire de la chaleur. Les composants de base d'un système de chauffage par induction sont : un générateur de courant alternatif, un inducteur et une pièce métallique (pièce à chauffer). Le générateur fait passer un courant alternatif à travers l'inducteur, ce qui génère un champ magnétique variable. Lorsque la pièce est placée dans l'inducteur, le champ magnétique donne naissance à des courants induits.

Ces courants génèrent des quantités précises de chaleur localisée sans aucun contact physique entre l'inducteur et la pièce. La figure 7 donne un exemple de système de chauffage par induction.

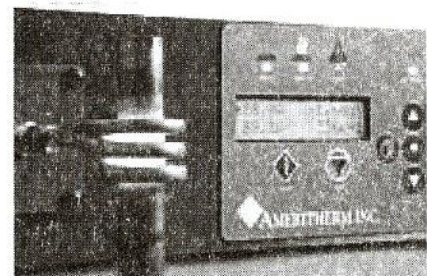


Figure 7

D'après : [www.ambrell.com](http://www.ambrell.com)

#### Questions

- 1- Donner les constituants essentiels d'un système de chauffage par induction.
- 2- Préciser l'importance du générateur de courant alternatif dans la production d'un courant électrique au niveau de la pièce métallique.
- 3- En se basant sur la phrase soulignée, expliquer l'origine de l'énergie thermique.