

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5

CHIMIE (5 points)

On considère la pile Daniell formée par l'association de deux demi-piles (A) et (B); comme le montre le schéma de la figure 1.

- La demi-pile (A) est constituée d'une lame de zinc (Zn) qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de zinc ($Zn^{2+} + SO_4^{2-}$), de concentration molaire $C_1 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ et de volume $V = 200 \text{ mL}$.
- La demi-pile (B) est constituée d'une lame de cuivre (Cu) qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$), de concentration molaire $C_2 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ et de volume $V = 200 \text{ mL}$.
- Le pont salin, contenant une solution électrolytique, assure le lien entre (A) et (B).

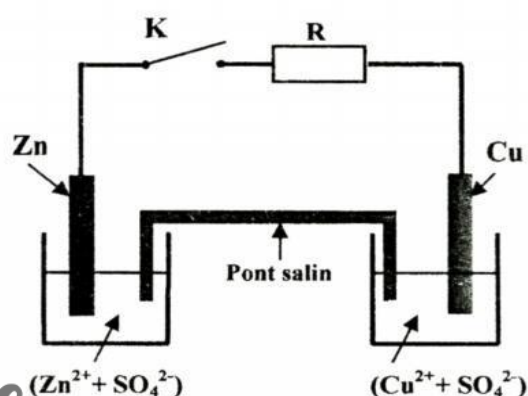


Fig. 1

- 1- a- Donner le symbole de la pile.
 b- Ecrire l'équation associée à cette pile.
 c- Préciser le rôle du pont salin.
- 2- A la fermeture de l'interrupteur K, on observe la formation progressive d'un dépôt de cuivre au niveau de la lame de cuivre.
 a- Ecrire, pour chacune des deux demi-piles (A) et (B), l'équation de la transformation chimique qui a lieu et préciser s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.
 b- En déduire l'équation bilan de la réaction spontanée qui a lieu.
 c- Préciser, en le justifiant, la polarité de la pile.
- 3- Après une certaine durée de fonctionnement de la pile, on ouvre le circuit. La masse de cuivre formé, au niveau de la demi-pile (B), est $m_{Cu} = 381 \text{ mg}$.
 a- Déterminer la quantité de matière de cuivre formé.
 b- Calculer la nouvelle concentration, de la solution du compartiment B de la pile, en ions Cu^{2+} .
 c- En déduire la nouvelle concentration, de la solution du compartiment A de la pile en ions Zn^{2+} .

On suppose que les volumes des solutions dans les deux compartiments de la pile restent inchangés et qu'aucune des deux électrodes ne disparaît au cours du fonctionnement de la pile.

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

PHYSIQUE

Exercice 1 (7 points)

A- Avec un générateur de tension, supposé idéal, de fem E , un condensateur de capacité C , un conducteur ohmique de résistance R et un interrupteur K , on réalise le montage de la figure 2.

A un instant $t = 0$, on ferme le circuit. L'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur est donnée par le chronogramme (e) de la figure 3, avec (Δ) la tangente à la courbe (e) pour $t = 0$.

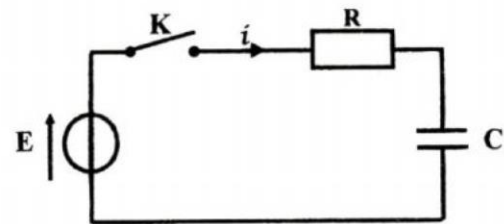


Fig. 2

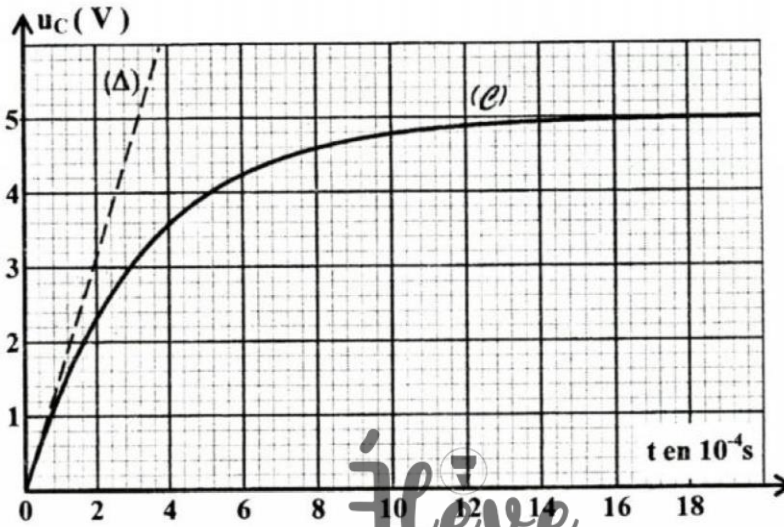


Fig. 3

1- Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de $u_C(t)$ s'écrit sous la forme :

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C(t) = \frac{E}{\tau}, \text{ avec } \tau = RC.$$

2-a- Vérifier que $u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de cette équation différentielle pour une expression de A que l'on précisera.

b- Préciser ce que représente la constante de temps τ .

3-a- Déterminer, graphiquement, la valeur de τ .

b- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur sachant que $R = 260 \Omega$.

c- Calculer la valeur de l'énergie emmagasinée par le condensateur à la fin de sa charge.

B- On considère les quadripôles schématisés par les figures 4a et 4b. Avec les dipôles R et C précédents, on réalise l'un des deux quadripôles donnés par les figures 4a et 4b, avec $u_E(t)$ la tension d'entrée et $u_S(t)$ la tension de sortie.

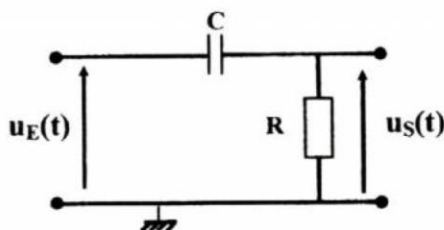


Fig. 4a

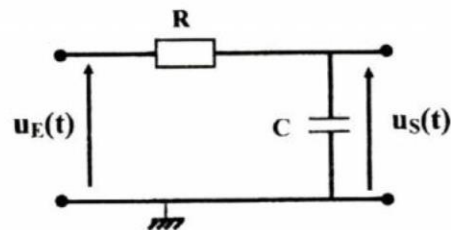


Fig. 4b

A l'aide d'un générateur basse fréquence, on applique à l'entrée du quadripôle réalisé une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$, de fréquence N réglable et d'amplitude constante. La tension de sortie est $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi)$. Pour deux valeurs différentes N_1 et N_2 de la fréquence N , on obtient, respectivement, les oscillogrammes donnés par les figures 5a et 5b et relatifs aux variations des tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$.

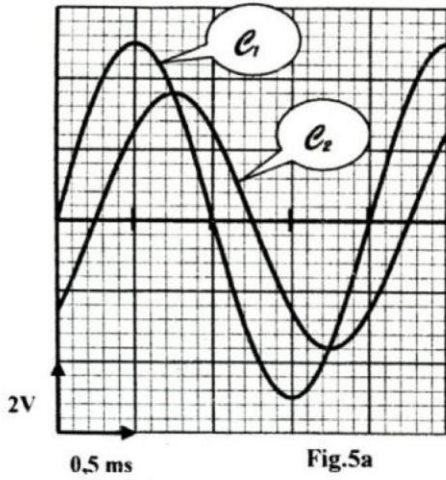


Fig.5a

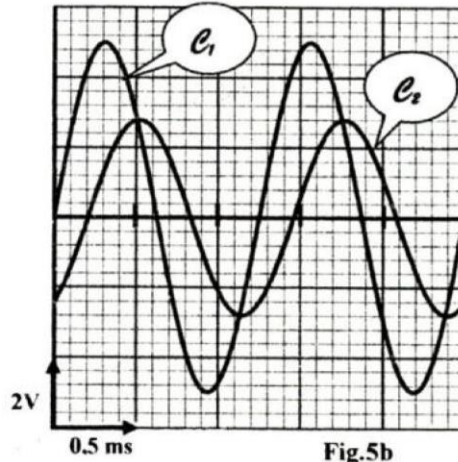


Fig.5b

- 1- a- Justifier que la courbe e_1 correspond à $u_E(t)$.
- b- Déterminer les valeurs des fréquences N_1 et N_2 du générateur.
- c- Justifier que le quadripôle réalisé est un filtre électrique dont on précisera la nature (passe-bas ou passe-haut).
- d- Identifier, parmi les figures 4a et 4b, le schéma du quadripôle étudié.
- 2- a- Déterminer, graphiquement, la valeur de la transmittance T_1 correspondante à la fréquence N_1 .
- b- En déduire que la valeur de N_1 est pratiquement égale à la fréquence de coupure du filtre étudié.
- c- Justifier que le filtre réalisé est non passant pour le signal de fréquence N_2 .
- d- Une modification de la valeur de la capacité C du condensateur peut rendre le filtre étudié passant pour le signal de fréquence N_2 . Calculer la valeur limite C_L de la capacité pour laquelle ce signal est transmis.

Exercice 2 (5 points)

On considère le convertisseur numérique-analogique (C.N.A.) à 4 bits schématisé par la figure 6. L'amplificateur opérationnel, supposé idéal, est polarisé entre ± 15 V. Un générateur de tension réglable impose une tension de référence E_{ref} .

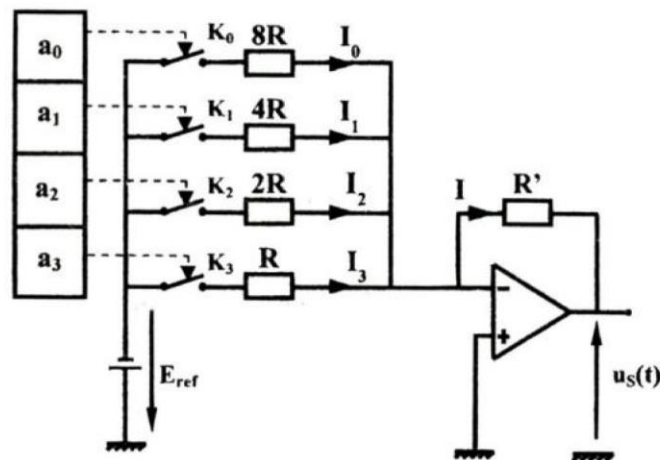


Fig.6

L'état de chaque interrupteur K_j du montage est commandé par la valeur a_j du bit correspondant, de sorte que pour $a_j = 0$, l'interrupteur K_j est ouvert et pour $a_j = 1$, l'interrupteur K_j est fermé.

On note I_j l'intensité du courant relatif au bit a_j . Le mot binaire de l'entrée du convertisseur est $[N] = [a_3 a_2 a_1 a_0]$, avec $N = 2^3 a_3 + 2^2 a_2 + 2^1 a_1 + 2^0 a_0$ le nombre décimal qui lui correspond.

1- a- Donner le symbole d'un convertisseur numérique-analogique (C.N.A.).

b- Préciser le nombre de valeurs possibles de la tension de sortie $u_s(t)$ de ce convertisseur.

2-a- Etablir, en appliquant la loi des mailles, l'expression de l'intensité du courant électrique I_0 relative au bit a_0 , en fonction de E_{ref} , R et a_0 .

b- Donner l'expression de l'intensité du courant I_1 , relative au bit a_1 , en fonction de E_{ref} , R et a_1 .

c- Exprimer l'intensité I du courant dans le conducteur R' en fonction de E_{ref} , R et N .

d- Montrer que la tension de sortie $u_s(t)$ peut s'écrire sous la forme : $u_s = \alpha.N$, avec α une constante dont on précisera l'expression.

e- On suppose que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire. Vérifier que la valeur du quantum de ce convertisseur est $q = 0,8 \text{ V}$. Calculer la valeur de la pleine échelle.

On donne : $R = R'$ et $E_{ref} = 6,4 \text{ V}$.

3- Un générateur de mots binaires applique un signal numérique sur l'entrée du C.N.A, à raison d'un mot chaque milliseconde. Le chronogramme de ce signal numérique est reproduit sur la figure 7a de la feuille annexe (page 5/5 à compléter et à rendre avec la copie).

Compléter, par exploitation de la figure 7a, le tableau 7b de la page 5/5, puis tracer la courbe d'évolution de la tension de sortie $u_s(t)$ correspondante.

Exercice 3 (3 points)

Etude d'un document scientifique Transmission des signaux

L'intérêt principal de la transmission hertzienne, pour la radio, la télévision ou le téléphone, est l'absence de support matériel et la possibilité de transmission à longue portée sans trop d'amortissement. La réception d'un signal nécessite des antennes dont les dimensions dépendent de la longueur d'onde λ du signal (la dimension de l'antenne est en général de l'ordre de $\lambda/2$). Un signal haute fréquence HF ($N > 100 \text{ MHz}$, $\lambda < 3 \text{ m}$) sera facilement transmissible. Par contre, pour les signaux basse fréquence B.F, la longueur d'onde sera beaucoup plus grande et cela nécessiterait des antennes démesurées et le signal serait rapidement atténué. Exemple, pour $N = 10 \text{ Hz}$, $\lambda = 3.10^4 \text{ m}$; soit une antenne de 15 km. Le but de la modulation est de translater le spectre d'un signal B.F (son, musique, parole) vers les H.F, pour pouvoir le transmettre facilement par voie hertzienne. La radio, la télévision, les lignes téléphoniques utilisent ce procédé de modulation.

D'après : www.denis.michaux.fr

Questions

1- Relever, à partir du texte, deux propriétés qui caractérisent la transmission hertzienne.

2- Préciser la nécessité du recours à la modulation des signaux basse fréquence.

3- Proposer un schéma annoté d'un montage électrique qui assure la modulation d'amplitude.