

Le sujet comporte 05 pages. (la feuille annexe n'est pas à rendre)

CHIMIE (5 points)

A- On réalise l'électrolyse d'une solution aqueuse (S) de chlorure d'étain (SnCl₂), de concentration molaire C et de volume V = 50 mL. Le dispositif expérimental est constitué, essentiellement, d'un tube en U contenant la solution (S), d'un générateur de tension, de deux électrodes (A) et (B) en graphite, plongées dans la solution (S) comme le montre la figure 1.

Après une certaine durée de l'électrolyse, on constate:

- la formation d'un dépôt d'étain (Sn), de masse m = 5,95 mg, au niveau de la cathode,
- un dégagement de dichlore au niveau de l'anode.

La transformation qui a lieu au niveau de l'anode est schématisée par:

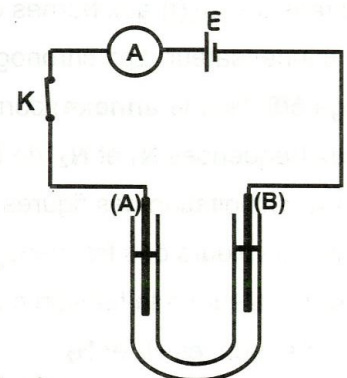


Figure 1

- 1- a- Ecrire l'équation de la transformation qui a lieu au niveau de la cathode.
- b- Préciser, en le justifiant, s'il s'agit de l'oxydation ou de la réduction de Sn²⁺.
- c- En déduire l'équation bilan de la réaction chimique qui a lieu durant cette électrolyse.

2- Dire, en le justifiant, s'il s'agit d'une réaction chimique imposée ou spontanée.

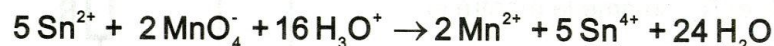
3- Calculer la quantité de matière n_{Sn} d'étain déposé.

B- On se propose de déterminer la concentration en ions Sn²⁺ de la solution de chlorure d'étain, obtenue à la suite de cette électrolyse et notée (S₁).

Pour cela, on dose un volume V₁ = 20 mL de (S₁) par une solution de permanganate de potassium (KMnO₄) acidifiée et de concentration C₂ = 2.10⁻³ mol.L⁻¹.

L'équivalence est atteinte par l'ajout d'un volume V₂ = 12 mL de la solution de (KMnO₄).

L'équation bilan de la réaction du dosage est :



1- a- Préciser la verrerie utilisée pour réaliser un tel dosage.

 b- Montrer qu'à l'équivalence on a : $[\text{Sn}^{2+}] = \frac{5 C_2 \cdot V_2}{2 V_1}$.

2- Calculer la valeur de la concentration de (S₁) en ion Sn²⁺.

3- Déterminer la valeur de la concentration C de la solution (S), en supposant que le volume de la solution reste constant au cours de l'électrolyse.

On donne : M_{Sn} = 119 g.mol⁻¹.

PHYSIQUE (15 points)

Exercice 1 (7,5 points)

A- Un générateur basse fréquence (**GBF**), de fréquence **N** réglable, délivre une tension crêteaux 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 μF** (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 **N₁** et **N₂** de **N**.

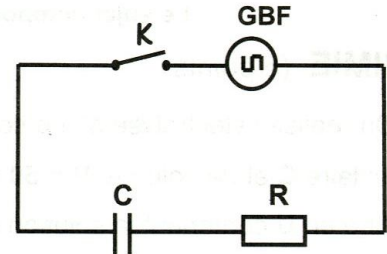


Figure 2

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

- a- les valeurs des fréquences **N₁** et **N₂**,
- b- la valeur de la tension maximale aux bornes du condensateur, pour chacune des deux fréquences **N₁** et **N₂**.

2- Montrer que pour l'une des deux fréquences (**N₁** et **N₂**), on peut confirmer que le condensateur est complètement chargé.

3- a- Déterminer, graphiquement, la valeur de la constante de temps τ du dipôle (**RC**).

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

4- Calculer, pour la fréquence **N₁**, la valeur minimale de la constante de temps τ' 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 **R₁** et **R₂**, comme le montre la figure 5. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser, simultanément, les tensions $u_c(t)$ et $u_s(t)$.

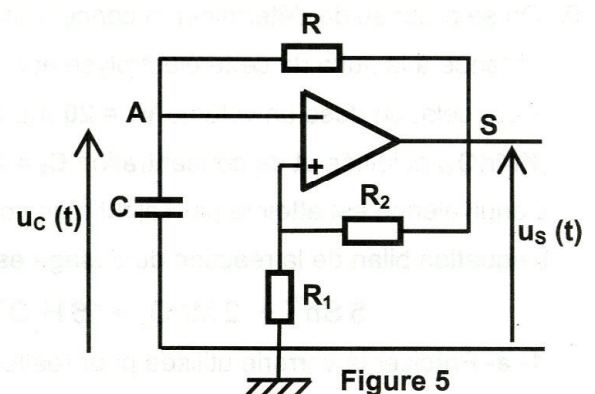
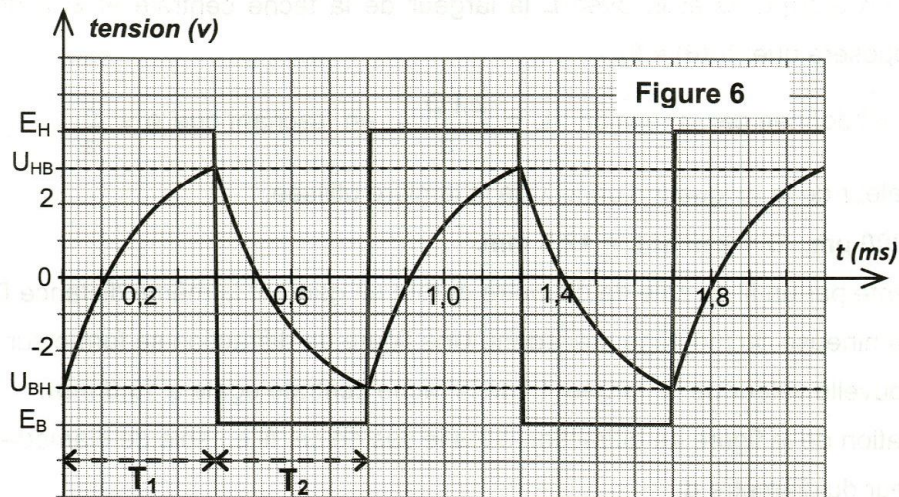


Figure 5

Les chronogrammes des tensions $u_c(t)$ et $u_s(t)$, pour **R₁ = R₂**, 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_i a pour expression : $T_i = RC \text{Log} \left(\frac{U_i - U_v}{U_f - U_v} \right)$

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 δ . On rappelle que : $\delta = \frac{T_1}{T}$.

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

Exercice 2 (4,5 points)

Une fente fine de largeur a est éclairée par un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ . 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 θ , avec L la largeur de la tache centrale et θ 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 λ 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 3 (3 points)

Document scientifique

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

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

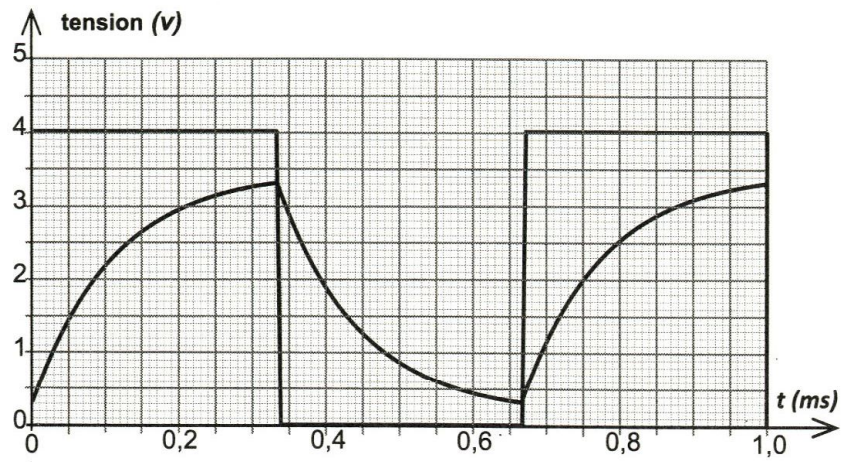


Figure 3

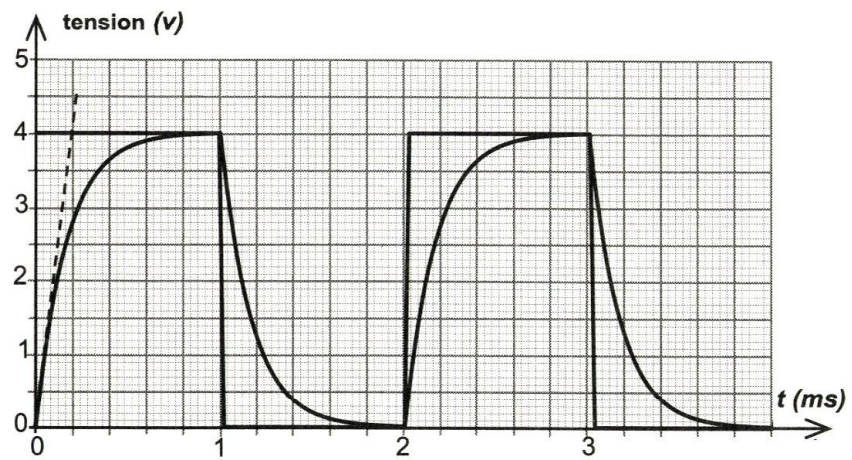


Figure 4