

Lycée de Cebbala Sidi Bouzid - Tunisie	Matière : Sciences physiques Devoir de synthèse n° 2 Durée : 3 h Mars 2014	4 ^{ème} Sc. Inf.
Prof : Mr Barhoumi Ezzedine		Coéf. : 3

CHIMIE : (5 points)

Données : $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$; $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$.

On désire recouvrir un objet métallique par une couche de nickel. Pour cela on réalise le dispositif de la figure 1 en annexe. L'une des deux électrodes est en nickel, l'électrolyte est une solution de chlorure de nickel (Ni^{2+} , 2Cl^-).

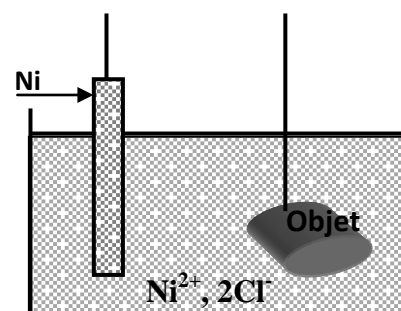


Figure 1

1) Reproduire et compléter le schéma de la figure 1:

- en ajoutant un générateur G convenablement branchée. (0,25 pt)
- en indiquant la cathode et l'anode. (0,5 pt)

2) a- Ecrire la demi équation qui se produit à l'anode et celle qui se produit à la cathode en précisant s'il s'agit d'une réduction ou d'une oxydation. (Les ions Cl^- ne réagissent pas au cours de l'électrolyse). (1 pt)

b. En déduire l'équation de la réaction d'électrolyse. (0,5 pt)

c- Préciser si cette réaction est spontanée ou imposée. Justifier. (0,25 pt)

3) On dépose sur l'objet une masse de nickel $m_{\text{Ni}} = 0,587 \text{ g}$.

a- Calculer la quantité de matière de nickel n_{Ni} déposée. (0,5 pt)

b- En déduire la quantité d'électricité Q mise en jeu pendant l'électrolyse. (0,5 pt)

c- Sachant que la durée de l'électrolyse a durée 6 min 26s.

Calculer l'intensité I du courant délivré par le générateur. (0,5 pt)

4) Préciser si les propositions suivantes sont vraies ou fausses en justifiant la réponse. (1 pt)

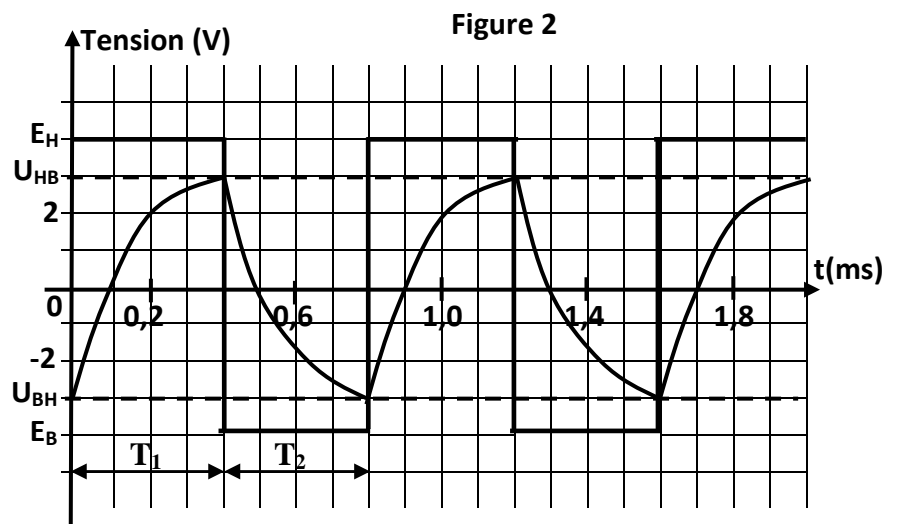
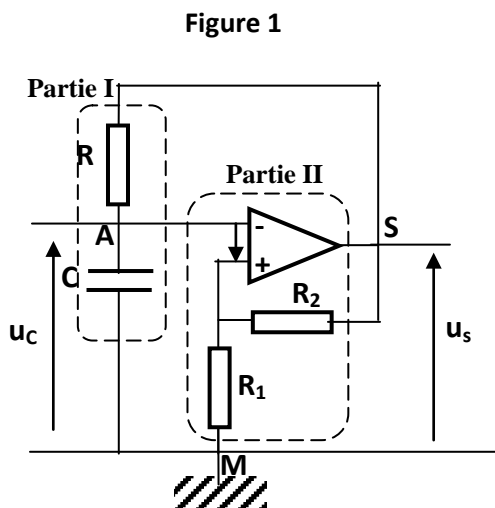
Proposition n°1 : la concentration de la solution en ions Ni^{2+} croit pendant cette électrolyse.

Proposition n°2 : La durée d'électrolyse augmente si l'intensité du courant diminue.

PHYSIQUE : (15 points)

Exercice n°1 : (5 points)

On réalise un multivibrateur astable dont le schéma électrique est donné par la figure 1. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément les tensions $u_C(t)$ et $u_S(t)$. Pour $R_1 = R_2$, les chronogrammes des tensions $u_C(t)$ et $u_S(t)$ sont donnés par la figure 2.

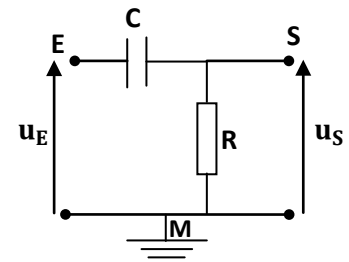


- 1) a- Justifier la dénomination astable pour un multivibrateur. (0,25 pt)
- b- Nommer les parties (I) et (II) délimitées en pointillées sur la figure 1. (0,5 pt)
- c- Que représentent les grandeurs E_H , E_B , U_{HB} et U_{BH} pour le multivibrateur ? (1 pt)
- 2) Sachant que T_1 et T_2 sont les durées respectives des niveaux haut et bas du 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 $T_i = RC \text{Log}\left(\frac{U_i - U_V}{U_f - U_V}\right)$
- a- Exprimer la durée T_1 du niveau haut en fonction de R , C , U_{HB} et U_{BH} et E_H . (0,75 pt)
- b- Montrer que la durée T_2 du niveau bas s'écrit $T_2 = RC \text{Log}\left(\frac{U_{HB} - E_B}{U_{BH} - E_B}\right)$. (0,75 pt)
- 3) a- Mesurer graphiquement la période T du multivibrateur. (0,25 pt)
- b- En déduire la valeur du rapport cyclique δ du multivibrateur. (0,5 pt)
- 4) Sachant que $C=100\text{nF}$. Déterminer la valeur de R . (1 pt)

Exercice n°2 : (7 points)

A l'entrée du filtre (F) schématisé ci-contre, on applique une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ de valeur maximale U_{Em} constante, et de fréquence N réglable.

La tension de sortie du filtre est $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi)$.



Filtre (F)

- 1) Quelle est la différence entre un filtre passe-bas et un filtre passe-haut ? (0,5 pt)
- 2) a- Etablir l'équation différentielle régissant la tension de sortie u_S du filtre (F). (0,5 pt)
- b- En utilisant la construction de Fresnel associé à l'équation différentielle précédente, déterminer les expressions de la transmittance T du filtre (F). (1 pt)
- c- En déduire que le gain du filtre s'écrit $G = -10 \log \left(1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2} \right)$ (0,5 pt)
- d- Déterminer la valeur maximale G_0 du gain G du filtre. (0,25 pt)
- 3) a- Quelle condition doit satisfaire le gain G pour que le filtre soit passant ? (0,25 pt)
- b- Montrer que la fréquence de coupure du filtre s'écrit : $N_C = \frac{1}{2\pi RC}$. (0,75 pt)

B/ Etude expérimentale :

Pour une tension maximale U_{Em} donnée, un dispositif approprié a permis de mesurer le gain du filtre en fonction de la fréquence, les résultats sont dressés dans le tableau suivant :

N(Hz)	10	100	500	1000	2000	5000	10000	20000	30000
G(dB)	-30	-16	-6	-3	-1	-0,3	-0,01	0	0

- 1) En exploitant les valeurs du tableau précédent, Déterminer en justifiant :
- a- la valeur du gain maximal G_0 . (0,25 pt)
- la valeur de la fréquence de coupure N_c . (0,25 pt)
- la bande passante du filtre ΔN de ce filtre. (0,25 pt)
- b - En déduire la nature de ce filtre (actif ou passif, passe-bas ou passe-haut) ? (0,5 pt)
- 2- Sachant que $R=500\Omega$, Calculer la valeur de C . (0,5 pt)
- 2) On applique à l'entrée du filtre, deux signaux (S_1) et (S_2) de fréquences respectives : $N_1=800$ Hz et $N_2=1200$ Hz.
- a- Préciser, en le justifiant, lequel des deux signaux est transmis. (0,5 pt)
- b- On garde le condensateur précédent de capacité C , et on remplace le conducteur ohmique de résistance R par un autre de résistance $R'=2R$.
- Justifier que les deux signaux (S_1) et (S_2) sont transmis. (1 pt)

Exercice n°3 : document scientifique (3 points)

Les filtres électriques

Un filtre électrique est un quadripôle qui ne transmet que les signaux électriques dont la fréquence est dans un domaine bien précis. Les réalisations les plus simples des filtres sont basées sur les circuits CR, RC et RLC...

Chaque filtre est caractérisé par une bande passante ΔN et un gain G lié à la transmittance T par la relation $G=20\log T$.

Les filtres utilisés couramment sont les suivants : passe haut, passe bas et passe bande... Techniquement un filtre peut être utilisé de manière passive ou active.

Questions :

1) Dégager à partir du texte :

- la définition d'un filtre électrique. (0,5 pt)

- les caractéristiques d'un filtre électrique. (0,5 pt)

2) Expliquer la phrase soulignée dans le texte. (0,5 pt)

3) Les figures 1, 2 et 3 représentent $G = f(N)$ pour les filtres CR, RC et RLC.

a- Associer à chaque courbe le filtre correspondant. (0,75 pt)

b- Préciser la signification et l'unité de mesure des grandeurs X_1 , X_2 et X_3 ? (0,75 pt)

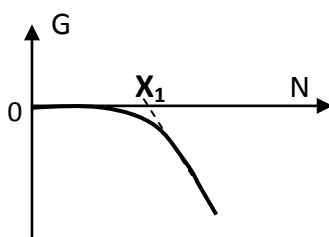


Figure 1

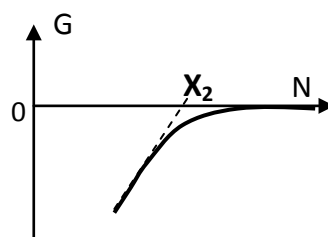


Figure 2

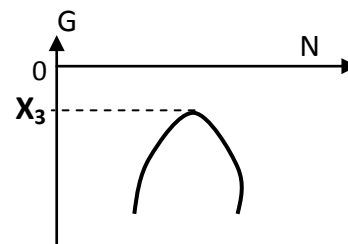
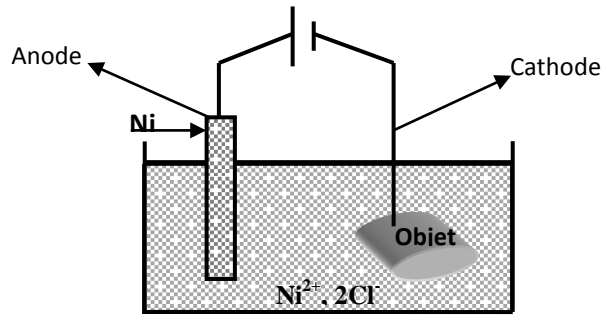


Figure 3

Correction du devoir de synthèse n°2

Chimie (5 points)

1/



2/ a/ Il se produit une oxydation à l'anode : $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e^-$

Il se produit une réduction à la cathode : $\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$

b/ L'équation bilan : $\text{Ni}^{2+} + \text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Ni}$

c/ Cette réaction dont les électrodes sont reliées à un générateur de tension est imposée.

3/ a/ $n_{(\text{Ni})} = \frac{m_{(\text{Ni})}}{M} = \frac{0,587}{58,7} = 0,01 \text{ mol.}$

b/ $Q = 2 n_{(\text{Ni})} F = 2 \times 0,01 \times 96500 = 1930 \text{ C.}$

c/ $I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{1930}{6 \times 60 + 26} = 5 \text{ A.}$

4/ La proposition n°1 est fautive car les ions Ni^{2+} produites par la réaction d'oxydation seront consommées par la réaction de réduction, donc $[\text{Ni}^{2+}]$ ne change pas.

La proposition 2 est vraie puisque ($I = \frac{Q}{\Delta t}$) est inversement proportionnel à Δt .

Physique : (15 points)

Exercice n°1 : (5 points)

1/ a/ Un multivibrateur est dénommé astable car il oscille entre deux états instables (E_H et E_B).

b/ Partie I : réservoir d'énergie (dipôle RC).

Partie II : comparateur.

c/ E_H : tension du niveau haut

E_B : tension du niveau bas

U_{HB} : tension de basculement du niveau haut vers le niveau bas

U_{BH} : tension de basculement du niveau bas vers le niveau haut

2/ a/ on a : $T_1 = RC \text{ Log} \left(\frac{U_i - U_V}{U_f - U_V} \right) \rightarrow T_1 = RC \text{ Log} \left(\frac{U_{BH} - E_H}{U_{HB} - E_H} \right)$

b/ on a : $T_2 = RC \text{ Log} \left(\frac{U_i - U_V}{U_f - U_V} \right) \rightarrow T_2 = RC \text{ Log} \left(\frac{U_{HB} - E_B}{U_{BH} - E_B} \right)$

3/ a/ la période $T = 0,8 \text{ ms}$

b/ Le rapport cyclique : $\delta = \frac{T_1}{T} = \frac{0,4}{0,8} = 0,5$

4/ $T_2 = RC \text{ Log} \left(\frac{U_{HB} - E_B}{U_{BH} - E_B} \right) = RC \text{ Log} \left(\frac{3 - (-4)}{-3 - (-4)} \right) = RC \text{ Log} (7)$

$\rightarrow R = \frac{T_2}{C \text{ Log}(7)} = 2017 \Omega$

Remarque : Log est le logarithme népérien

Exercice n°2 : (7 points)

A/ Etude théorique :

1/ Différence entre un filtre passe bas et un filtre passe haut : un filtre passe bas transmet les signaux de basse fréquence alors qu'un filtre passe haut transmet les signaux haute fréquence.

2/ a/ La loi des mailles s'écrit $u_S + u_C = u_E \leftrightarrow u_S + \frac{1}{RC} \int u_S dt = u_E$.

b/ On associe à chaque membre le vecteur de Fresnel correspondant, on obtient :

$$u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi) \rightarrow \vec{V}_1 [U_{Sm}; \varphi]$$

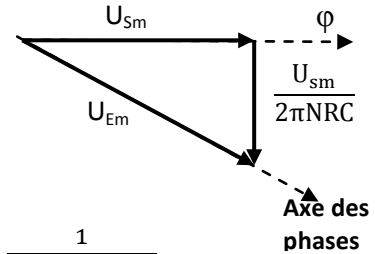
$$\frac{1}{RC} \int u_S dt \rightarrow \vec{V}_2 \left[\frac{U_{Sm}}{2\pi NRC}; \varphi \right]$$

$$u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt) \rightarrow \vec{V} [U_{Em}; 0]$$

D'après le théorème de Pythagore, on peut écrire :

$$U_{Em}^2 = U_{Sm}^2 + \frac{U_{Sm}^2}{(2\pi NRC)^2} = U_{Sm}^2 \left(1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2} \right)$$

Ce qui permet d'écrire l'expression de la transmittance $T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2}}}$



c/ $G = 20 \text{Log}(T) = -10 \text{Log} \left(1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2} \right)$

d/ Lorsque $N \rightarrow 0$ alors $G \rightarrow -\infty$ et lorsque $N \rightarrow +\infty$ alors $G \rightarrow 0$ donc la valeur max de G est $G_0 = 0$.

3/ a/ Le filtre est passant lorsque $G \geq G_0 - 3\text{dB}$ comme $G_0 = 0$ donc $G \geq -3\text{dB}$.

b/ Pour $N = N_C$ (fréquence de coupure) alors $G = -3 \text{ dB}$

$$G = -3 \leftrightarrow -10 \text{Log} \left(1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2} \right) = -3 \leftrightarrow 1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2} = 2 \leftrightarrow \frac{1}{(2\pi NRC)^2} = 1 \leftrightarrow N_C = \frac{1}{2\pi RC}$$

B/ Etude expérimentale :

1/ a/ La valeur max du gain est $G_0 = 0\text{dB}$.

Lorsque $G = G_0 - 3\text{dB} \rightarrow N_C = 1000\text{Hz}$.

La bande passante $\Delta N = [1000\text{Hz}; +\infty]$;

b/ Le filtre transmet les hautes fréquences, c'est un filtre passe haut.

Le filtre est passif car pour toutes fréquences N on a $G \leq 0$.

2/ $N_C = \frac{1}{2\pi RC} \leftrightarrow C = \frac{1}{2\pi RN} = 3,18 \cdot 10^{-7} \text{ F}$.

3/ a/ $N_1 = 800\text{Hz}$; $N_2 = 1200\text{Hz}$ et $N_C = 1000\text{Hz}$

Sachant qu'un signal sera transmis si sa fréquence $N \geq N_C$.

$N_1 < N_C \rightarrow$ le signal (S_1) n'est pas transmis, $N_2 > N_C \rightarrow$ le signal (S_2) est transmis.

b/ Lorsque $R' = 2R$ alors $N'_C = \frac{1}{2\pi(2R)C} = 507\text{Hz}$.

N_1 et N_2 sont supérieures à $507\text{Hz} \rightarrow$ les deux signaux sont transmis.

Exercice n°3 : document scientifique (3 points)

1/ Définition d'un filtre : Un filtre électrique est un quadripôle qui ne transmet que les signaux électriques dont la fréquence est dans un domaine bien précis.

Les caractéristiques : un filtre est caractérisé par une bande passante ΔN et un gain G .

2/ Lorsqu'un filtre ne renferme que des éléments passifs (condensateur, résistance ...), on dit qu'il est utilisé de manière passive et lorsque le filtre en plus des éléments passifs il renferme un élément actif (A.O. par exemple), on dit qu'il est utilisé de manière active.

3/ a/ filtre RC (figure 1) ; filtre CR (figure 2) ; filtre RLC (figure 3).

b/ X_1 : la fréquence de coupure haute (Hz) ; X_2 : fréquence de coupure basse (Hz) ; X_3 est le gain maximal G_0 (dB).