

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2018	<i>Session principale</i>	
	<i>Epreuve :</i> Sciences physiques	<i>Section :</i> Sciences techniques
	Durée : 3h	Coefficients de l'épreuve: 3

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

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4 points)

Etude d'un document scientifique

Bref historique sur les accumulateurs

Un accumulateur est un système physico-chimique réversible pouvant convertir l'énergie chimique en énergie électrique grâce à des réactions d'oxydoréduction.

Le premier accumulateur est l'accumulateur au plomb, mis au point par Gaston Planté en 1859. Cet accumulateur a pour principal avantage son coût peu élevé. Néanmoins, sa faible densité d'énergie massique (quantité d'énergie stockée par unité de masse) et sa faible cyclabilité (nombre de cycles charge-décharge) ne permettent pas beaucoup d'autres applications qu'un usage dans les véhicules thermiques traditionnels.

Dans les années 1900, les accumulateurs Ni-Cd sont développés, et plusieurs dérivés apparaissent comme les accumulateurs Ni-Zn, Ni-Fe ... Ces accumulateurs, commercialisés à partir des années 1940, se caractérisent par une meilleure cyclabilité, mais leurs densités d'énergie massique restent relativement faibles.

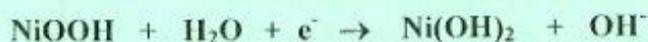
En 1988, l'accumulateur Nickel-Métal Hydrure Ni-MH, toujours dérivé de Ni-Cd, pose les bases des accumulateurs Li-ion actuels. Il utilise, comme les modèles Ni-Cd, une électrode à base de nickel, en revanche l'autre électrode est maintenant composée d'un alliage M ayant la capacité d'absorber l'hydrogène. Cet accumulateur, qui équipe aujourd'hui la plupart des véhicules hybrides, offre plusieurs avantages par rapport aux modèles précédents: ne contient ni cadmium ni plomb (deux matériaux toxiques et polluants) et permet de stocker plus d'énergie. Toutefois, sa cyclabilité est nettement inférieure à celle de Ni-Cd.



Gaston Planté
1834 - 1889

D'après un article rédigé par Marine Cagnet et Michaël Carboni, chercheurs à l'Institut de Chimie Séparative de Marcoule (ICSM)

- 1- En se référant au texte:
 - a- donner la définition d'un accumulateur ;
 - b- dégager deux caractéristiques principales d'un accumulateur ;
 - c- compléter le tableau donné à la page 5/5.
- 2- Les équations chimiques des transformations qui se déroulent au niveau des électrodes lors de la **décharge** d'un accumulateur Ni-MH sont les suivantes:



- a- Donner les couples rédox mis en jeu dans l'accumulateur Ni-MH.
- b- Ecrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu lors de la **charge** de cet accumulateur. Préciser s'il s'agit d'une transformation chimique spontanée ou imposée.

Exercice 2 (3 points)

Toutes les solutions sont prises à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On dispose, au laboratoire de chimie, de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire C_0 , obtenues respectivement par dissolution dans l'eau des monobases B_1 , B_2 et B_3 .

À un volume $V_B = 20\text{ mL}$ de chacune des trois solutions, on ajoute progressivement une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène (acide fort) de concentration molaire $C_A = C_0$ et on relève régulièrement le pH du mélange réactionnel. Les résultats des dosages effectués, pour quelques valeurs du volume V_A de la solution de chlorure d'hydrogène ajoutée, sont consignés dans le tableau suivant:

	V_A (mL)	0	5	10	15	20	25
Dosage de (S_1)	pH du mélange réactionnel	10,6	9,7	9,2	8,7	5,7	2,9
Dosage de (S_2)	pH du mélange réactionnel	12,0	11,8	11,5	11,1	7,0	2,9
Dosage de (S_3)	pH du mélange réactionnel	11,3	10,9	10,6	10,2	6,5	2,9

- 1- Montrer que, pour les trois dosages effectués, l'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume $V_{AE} = 20\text{ mL}$ de la solution de chlorure d'hydrogène ajoutée.
- 2- En exploitant le tableau précédent:
 - a- montrer que la base B_2 est forte, alors que les bases B_1 et B_3 sont faibles ;
 - b- déterminer les valeurs des pK_a des couples auxquels appartiennent les deux bases faibles B_1 et B_3 .
- 3- a- Déduire la valeur de C_0 .
b- Comparer, en le justifiant, la force des bases B_1 et B_3 .

PHYSIQUE (13 points)**Exercice 1 (7,5 points)**

Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

Lors d'une séance de travaux pratiques, on met à la disposition de deux groupes d'élèves, le matériel suivant: une pile (P) de fem E et de résistance interne r (qui peut être modélisée par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem E et d'un conducteur ohmique de résistance r), un conducteur ohmique de résistance R , un condensateur de capacité $C = 50\text{ }\mu\text{F}$ initialement déchargé, une bobine d'inductance $L = 0,08\text{ H}$ et de résistance négligeable, un interrupteur (K) et un oscilloscope à mémoire.

Le but de la séance est de déterminer expérimentalement les valeurs de E , r et R .

I- Pour ce faire, les élèves du premier groupe réalisent le circuit électrique de la figure 1.

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur, ils relient la masse de l'oscilloscope et ses entrées Y_1 et Y_2 , respectivement, aux points M, B et D du circuit. Ensuite, ils appuient sur le bouton inversion de l'entrée Y_2 . À un instant pris comme origine des temps, ils ferment l'interrupteur (K). L'oscilloscope enregistre alors, les courbes e_1 et e_2 de la figure 2 de la page 5/5.

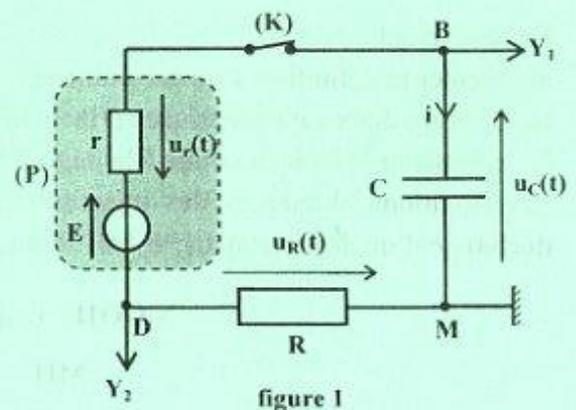


figure 1

- 1- a- Justifier l'inversion faite sur l'entrée Y_2 de l'oscilloscope.
b- Identifier, parmi les courbes e_1 et e_2 , celle qui correspond à l'évolution de la tension $u_C(t)$. Justifier.

2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur s'écrit: $E = u_C(t) + \tau \frac{du_C(t)}{dt}$; où τ est la constante de temps du circuit que l'on exprimera en fonction de R , r et C .

3- En exploitant les courbes \mathcal{C}_i et \mathcal{C}_r , de la figure 2 de la page 5/5, déterminer:

- la valeur de la fem E de la pile ;
- la valeur de la constante de temps τ ;
- la valeur U_0 de la tension $u_R(t)$ à l'instant $t = 0$.

4- a- Montrer que: $\frac{r}{R} = \frac{E}{U_0} - 1$.

b- Dédire les valeurs de R et r .

II- Les élèves du deuxième groupe, quant-à eux, réalisent le circuit électrique de la figure 3. Puis, ils visualisent simultanément sur l'écran de l'oscilloscope les courbes traduisant l'évolution au cours du temps des tensions $u_R(t)$ et $u_L(t)$, respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de la bobine. Ces courbes sont représentées sur la figure 4 ; l'origine des temps étant l'instant de la fermeture de (K).

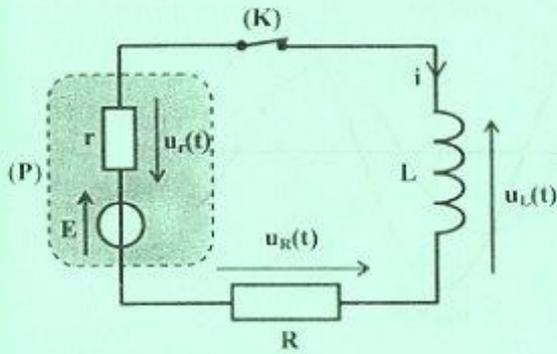


figure 3

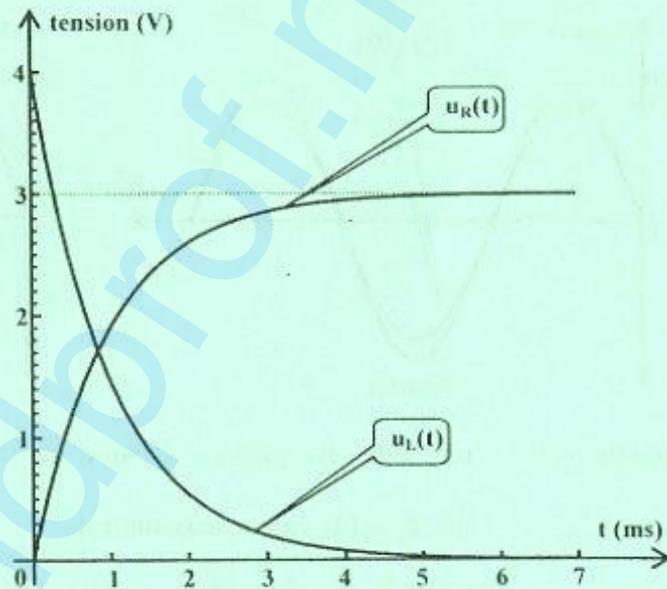


figure 4

L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant traversant le circuit est:

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_1} i(t) = \frac{E}{L} \quad ; \quad \text{avec} \quad \tau_1 = \frac{L}{R_0} \quad \text{et} \quad R_0 = R + r.$$

1- L'équation différentielle précédente admet une solution de la forme: $i(t) = A \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right)$.

- a- Déterminer l'expression de A en fonction de E et R_0 .
- b- En déduire l'expression de chacune des tensions $u_R(t)$ et $u_L(t)$.

2- En exploitant les courbes de la figure 4, déterminer:

- la valeur de la fem E de la pile ;
- la valeur U_{Rp} de la tension $u_R(t)$ en régime permanent ;
- la valeur de la constante de temps τ_1 ; τ_1 étant la durée au bout de laquelle la tension aux bornes du conducteur ohmique atteint 63% de sa valeur maximale.

3- Dédire de ce qui précède, les valeurs de R_0 , A , R et r .

Exercice 2 (5,5 points)

Le filtre électrique passe bande schématisé sur la **figure 5** est constitué, montés en série, d'un condensateur de capacité $C = 2,5 \mu\text{F}$, d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un conducteur ohmique de résistance R . L'entrée de ce filtre est alimentée par un générateur basses fréquences délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_E(t) = U_{E\text{max}} \sin(2\pi Nt + \varphi_E)$ d'amplitude $U_{E\text{max}}$ constante et de fréquence N réglable.

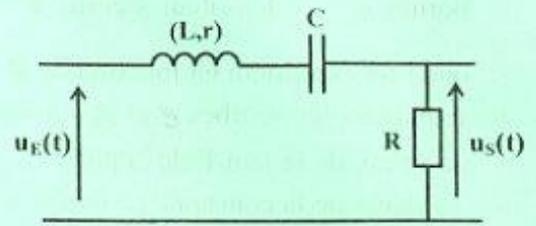


figure 5

À la sortie de ce filtre, prise aux bornes du conducteur ohmique, on recueille une tension $u_S(t)$ également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée, de phase initiale φ_S et d'amplitude $U_{S\text{max}} = T \cdot U_{E\text{max}}$; T étant la transmittance de ce filtre.

Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser simultanément les tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$. Pour deux valeurs $N_1 = 159 \text{ Hz}$ et $N_2 = 125 \text{ Hz}$ de la fréquence N de la tension d'entrée, on obtient les courbes représentées, respectivement, sur la **figure 6** et sur la **figure 7**.

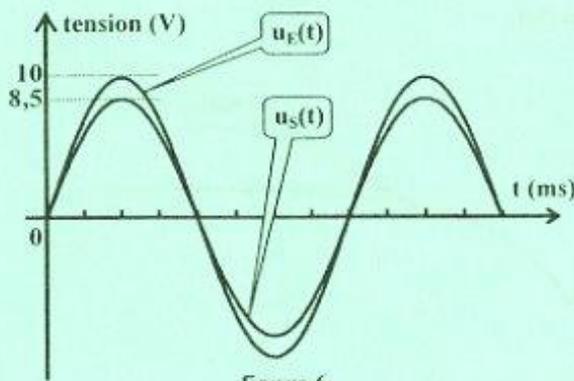


figure 6

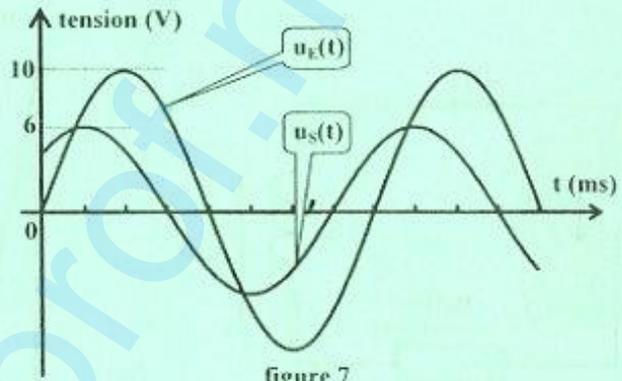


figure 7

On rappelle que: - un filtre est passant lorsque sa transmittance T vérifie la condition $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$;

où T_0 est la valeur maximale de T ;

- $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{1}{R+r} \sqrt{\frac{L}{C}}$; où Q et ΔN désignent respectivement, le facteur de qualité et

la largeur de la bande passante du filtre. N_0 étant la fréquence propre du circuit.

- 1- En exploitant les courbes de la **figure 6** et de la **figure 7**:
 - a- justifier que N_1 correspond à la fréquence propre N_0 du circuit. En déduire la valeur de L ;
 - b- calculer les valeurs T_1 et T_2 de la transmittance T du filtre qui correspondent, respectivement, à la valeur N_1 et à la valeur N_2 de la fréquence N de la tension d'entrée.
- 2- Justifier que T_1 correspond à la transmittance maximale T_0 de ce filtre. Vérifier alors que N_2 est une fréquence de coupure pour ce filtre.
- 3- a- Montrer que la transmittance maximale T_0 de ce filtre est donnée par la relation: $T_0 = \frac{R}{R+r}$.
 b- En déduire que: $R = \frac{17}{3} r$.
- 4- a- Déterminer, à partir de la **figure 7**, le déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_E - \varphi_S)$. En déduire que: $R+r = 195 \Omega$.
 b- Déduire les valeurs de r et R .
- 5- a- Déterminer la largeur ΔN de la bande passante du filtre étudié.
 b- En déduire la valeur N_3 de la deuxième fréquence de coupure de ce filtre.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

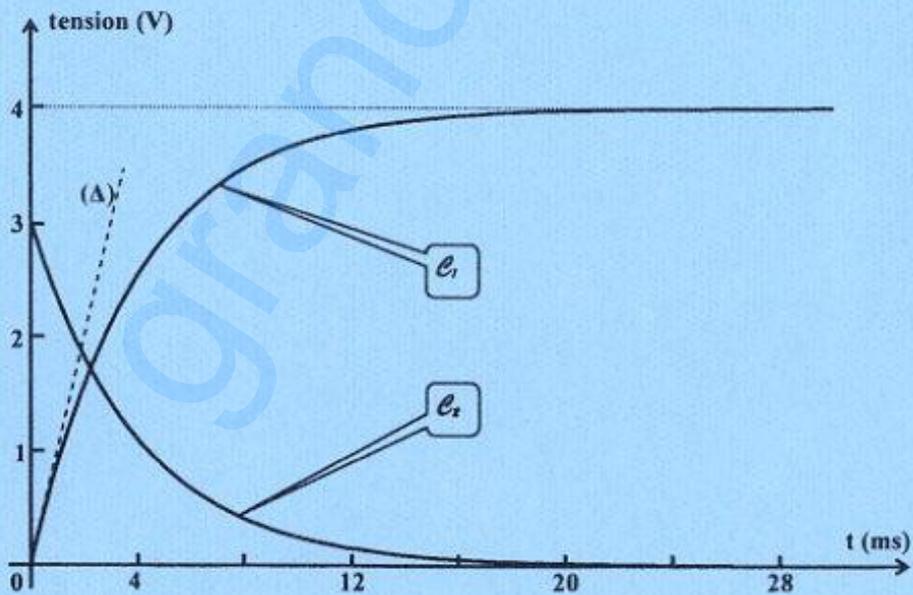
Signatures des surveillants



Épreuve: sciences physiques- Section: sciences techniques- Session principale - 2018

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie

Type d'accumulateur	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Plomb	-	- toxique et polluant - -
Ni-Cd	-	- faible densité d'énergie -
Ni-MH	- non toxique et non polluant -	-



(Δ) est tangente à la courbe (e_1) au point d'abscisse $t = 0$.

figure 2