RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ***** EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Épreuve : **Sciences physiques**	
	Section : **Sciences expérimentales**	
	Durée : 3 h	Coefficient : 4
SESSION **2016**	**Session principale**	

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

Chimie: (9 points)

Exercice 1 : (4 points)

Toutes les expériences sont réalisées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On dispose de trois solutions aqueuses : S_1, S_2 et S_3.

S_1 : solution d'un monoacide A_1H de concentration molaire C_1.

S_2 : solution d'un monoacide A_2H de concentration molaire C_2.

S_3 : solution d'hydroxyde de sodium **NaOH** (base forte) de concentration $C_3 = 0{,}2\ mol.L^{-1}$.

On réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : à l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement la solution S_2 sur un volume $V_3 = 10\ mL$ de la solution S_3, contenu dans un bécher ;
- **expérience 2** : à l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement la solution S_3 sur un volume $V_1 = 24\ mL$ de la solution S_1, contenu dans un bécher.

Dans chacune de ces deux expériences et sous agitation magnétique, on suit à l'aide d'un pH-mètre l'évolution du **pH** du mélange réactionnel contenu dans le bécher en fonction du volume ajouté $V_{ajouté}$ de la solution contenue dans la burette. Sur la Figure 1 de la page 5/5, sont tracées les courbes ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$) traduisant le $pH = f(V_{ajouté})$, sur lesquelles sont représentés respectivement les points d'équivalences acido-basiques **E** et **E'**.

1- Représenter le schéma annoté du dispositif expérimental utilisé dans l'expérience 1.

2- Affecter à chacune des deux courbes ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$) l'expérience correspondante en justifiant la réponse.

3- Définir l'équivalence acido-basique.

4- En exploitant les courbes ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$) de la Figure 1 de la page 5/5 :

a) préciser, en le justifiant, le caractère (acide, neutre ou basique) de chacun des deux mélanges réactionnels obtenus à l'équivalence au cours des expériences 1 et 2 ;

b) calculer les concentrations molaires C_1 et C_2 des deux solutions S_1 et S_2 ;

c) justifier que A_1H est un acide faible et que A_2H est un acide fort.

5- En utilisant la Figure 1 de la page 5/5, **à remplir par le candidat et à remettre avec la copie**, déterminer graphiquement la valeur du pK_a du couple correspondant à l'acide faible.

Exercice 2 : (5 points)

Dans tout l'exercice, on suppose que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et qu'aucune des deux électrodes ne disparait complètement durant le fonctionnement de la pile. A **25 °C**, on réalise une pile électrochimique P_1 symbolisée par : $Ni|Ni^{2+}(C_1)\,\|\,Co^{2+}(C_2)|Co$.

1- Ecrire l'équation chimique associée à la pile P_1.

2- Après une durée de fonctionnement de la pile P_1, on constate qu'il y a formation d'un dépôt de nickel sur la lame de nickel.

a) Ecrire, en justifiant la réponse, l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans P_1 lorsque celle-ci débite du courant électrique.

b) Préciser, en le justifiant, le signe de la fem initiale E_i de la pile P_1.

3- Exprimer la force électromotrice initiale E_i de P_1 en fonction de sa force électromotrice standard E_0 et des concentrations C_1 et C_2.

4- Pour des concentrations $C_1 = 1\ mol.L^{-1}$ et $C_2 = 0{,}1\ mol.L^{-1}$, la fem initiale de P_1 vaut $E_i = -0{,}05\ V$.

a) Déterminer la valeur de la fem standard E_0 de la pile P_1 ainsi que celle de la constante d'équilibre **K** de la réaction qui lui est associée.

b) Déterminer les concentrations C'_1 et C'_2 respectivement des ions Ni^{2+} et Co^{2+} lorsque P_1 ne débite plus de courant électrique.

c) On ajoute une petite quantité de cristaux de sulfate de cobalt $CoSO_4$ dans le compartiment de droite de la pile P_1.

c_1- Dire, en le justifiant, dans quel sens évolue le système.

c_2- Préciser alors la polarité des électrodes de la pile.

5- On réalise une pile électrochimique P_2 constituée par l'électrode normale à hydrogène **ENH** placée à gauche et la demi-pile qui met en jeu le couple redox Co^{2+}/Co dans les conditions standard, placée à droite. Les deux compartiments sont reliés par un pont salin. La valeur initiale de la fem de cette pile est $E_2 = -0{,}28$ V.

a) Schématiser la pile P_2 réalisée avec toutes les précisions nécessaires.

b) Définir le potentiel standard d'un couple redox.

c) Déterminer la valeur du potentiel standard du couple Co^{2+}/Co. Déduire celle du couple Ni^{2+}/Ni.

Physique : (11 points)

Exercice 1: (5 points)

On dispose :

- d'un résistor de résistance $R = 100\ \Omega$;
- d'un condensateur de capacité **C** ;
- d'une bobine d'inductance **L** et de résistance supposée négligeable ;
- d'un générateur basse fréquence **G** à masse flottante ;
- d'un interrupteur **K** ;
- d'un oscilloscope bicourbe.

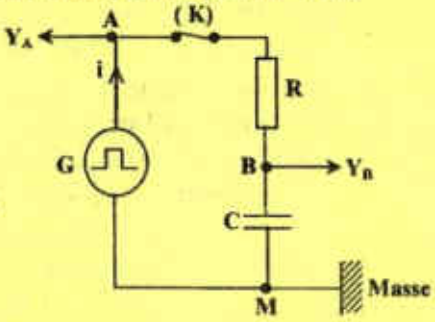

Figure 2

On se propose de déterminer les valeurs de **C** et de **L** par deux méthodes différentes.

I- Première méthode

1- Détermination de la valeur de la capacité **C** du condensateur

On réalise le circuit électrique schématisé par la Figure **2**, qui comporte, associés en série le condensateur de capacité **C** initialement déchargé, le résistor de résistance **R**, l'interrupteur **K** et le générateur **G** délivrant une tension en créneaux de période **T**, qui varie périodiquement entre **E** et **0** (la tension vaut **E** pendant une demi-période et **0** pendant l'autre demi-période).

On ferme l'interrupteur **K** et on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du générateur **G** sur la voie Y_A et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_B de l'oscilloscope.

On admet que pour $t \in \left[0, \frac{T}{2}\right[$, le condensateur se charge et la tension entre ses bornes s'écrit :

$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$, où $\tau = RC$ représente la constante de temps du dipôle **RC**.

a) Vérifier que pour $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur vaut **0,63 E**.

b) Pour une valeur T_1 de la période du générateur **G** et en faisant les réglages appropriés, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure **3** avec :

- sensibilités verticales des voies Y_A et Y_B : $1\ V.div^{-1}$;
- balayage horizontal : $1\ ms.div^{-1}$.

En exploitant les chronogrammes de la Figure **3** :

b_1- donner la valeur maximale **E** de la tension délivrée par le générateur **G** ;

b_2- déterminer la valeur de la constante de temps τ du dipôle **RC** et en déduire celle de la capacité **C** ;

b_3- déterminer la valeur de T_1 et expliquer pourquoi le choix de cette période est convenable pour permettre au condensateur d'atteindre sa charge maximale.

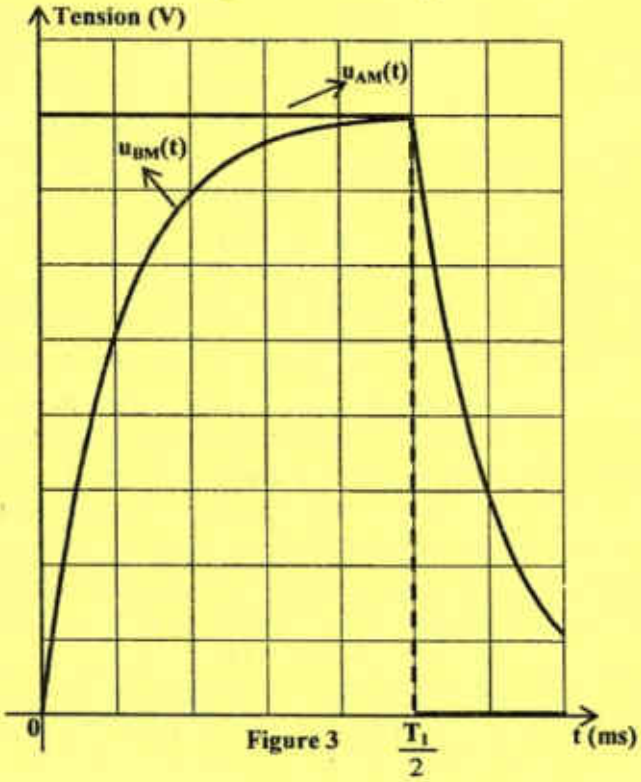

Figure 3

2- Détermination de la valeur de l'inductance **L** de la bobine

On réalise le circuit électrique schématisé par la Figure **4**, qui comporte, associés en série la bobine d'inductance **L**, le résistor de résistance **R**, l'interrupteur **K** et le générateur **G** délivrant maintenant une tension alternative triangulaire.

On ferme l'interrupteur **K** et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du résistor sur la voie Y_A et la tension $u_{MB}(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_B au lieu de u_{BM}, et ce en appuyant sur le bouton **INVERSE** de cette voie.

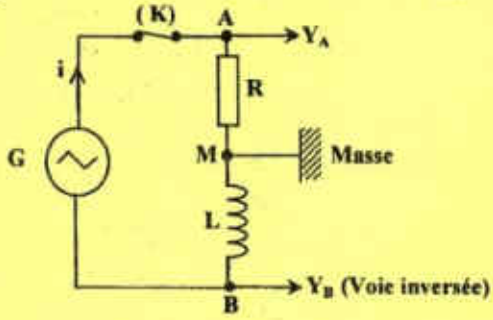

Figure 4

a) Exprimer la tension $u_{MB}(t)$ aux bornes de la bobine en fonction de **L**, **R** et $\frac{du_{AM}(t)}{dt}$.

b) Pour une valeur N_2 de la fréquence de la tension délivrée par le générateur **G** et en faisant les réglages nécessaires, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure **5** avec :

-sensibilité verticale de la voie Y_A : **1 V.div^{-1}** ;

-sensibilité verticale de la voie Y_B : **500 mV.div^{-1}** ;

- balayage horizontal: **4 ms.div^{-1}**.

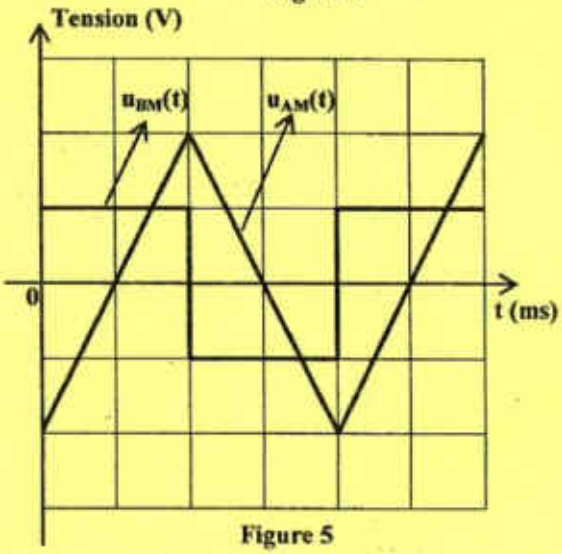

Figure 5

A l'aide des chronogrammes de la Figure **5** :

b_1- préciser la valeur de la période T_2 de la tension délivrée par le générateur **G** ;

b_2- déterminer les valeurs de u_{MB} et $\frac{du_{AM}}{dt}$ sur l'intervalle des temps $\left[0, \frac{T_2}{2}\right]$. En déduire alors la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

II- Deuxième méthode

On réalise le circuit électrique de la Figure **6** qui comporte, associés en série le résistor de résistance **R**, la bobine d'inductance **L**, le condensateur de capacité **C**, l'interrupteur **K** et le générateur **G** délivrant dans ce cas une tension alternative sinusoïdale de fréquence **N** réglable et d'amplitude U_m constante.

On ferme l'interrupteur **K** et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du générateur **G** sur la voie Y_A et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_B. Pour une fréquence N_3 = **159 Hz** de la tension délivrée par le générateur **G** et avec un réglage convenable, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure **7** avec :

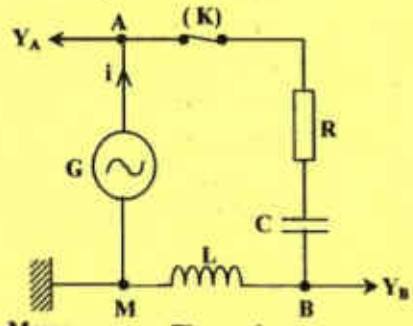

Figure 6

-sensibilité verticale de la voie Y_A : **2 V.div^{-1}** ;

-sensibilité verticale de la voie Y_B : **3 V.div^{-1}**.

1- En exploitant les chronogrammes de la Figure **7** :

a) déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{AM} - \varphi_{BM}$ de la tension $u_{AM}(t)$ par rapport à la tension $u_{BM}(t)$;

b) déduire que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité ;

c) déterminer l'intensité maximale I_{m0} du courant dans le circuit ;

d) retrouver la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

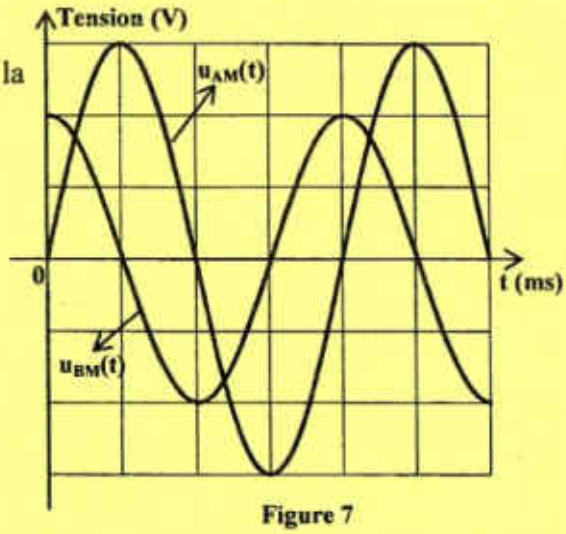

Figure 7

2- Retrouver la valeur de la capacité **C** du condensateur.

Exercice 2 : (3,5 points)

L'iode **131** ($^{131}_{53}I$) se désintègre spontanément en un noyau de xénon ($^{A}_{Z}Xe$) avec émission d'un électron. Sa période radioactive est **T = 8 jours**.

1- a) Préciser si la radioactivité est de type α, β^+ ou β^-. Justifier la réponse.

b) En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer les valeurs de **Z** et **A**.

c) En réalité, cette désintégration est accompagnée de l'émission d'un photon. Expliquer l'origine de ce photon.

2- Un échantillon d'iode **131** contient N_0 noyaux de ce radioélément à l'instant **t = 0**. A un instant de date **t**, le nombre de noyaux non désintégrés est **N(t)**.

a) Rappeler la loi de décroissance radioactive en faisant intervenir N_0 et la constante radioactive λ.

b) Définir la période radioactive **T**.

c) Sachant que l'activité instantanée **A(t)** d'un échantillon de noyaux radioactifs est $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$,

c_1- établir l'expression de **A(t)** en fonction de λ, **No** et **t** ;

c_2- exprimer l'activité A_0 de l'échantillon à l'origine des temps, en fonction de N_0 et de **T**.

d) On considère un échantillon d'iode **131** de masse $m_0 = 1$ **µg** et d'activité A_0 à l'instant $t_0 = 0$, pris comme origine des temps. Cette activité devient A_1 à un instant $t_1 = 24$ **jours**.

d_1- Calculer le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon d'iode ; sachant que la masse d'un atome d'iode **131** est égale à $2{,}17.10^{-25}$ **kg**.

d_2 - Calculer les activités A_0 et A_1.

Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 pts)

Les atomes ont-ils des couleurs ?

Oui, puisque les atomes peuvent absorber ou émettre de la lumière à certaines longueurs d'onde caractéristiques. L'interaction avec la lumière visible concerne surtout les électrons de l'atome. De par leurs propriétés ondulatoires, les électrons se répartissent dans un atome sur des niveaux d'énergie bien distincts, parfois appelés couches électroniques. Ces niveaux d'énergie se calculent avec précision grâce aux lois de la physique quantique, et sont spécifiques de l'élément considéré. Un électron peut passer à un niveau d'énergie supérieur en absorbant un photon de lumière, qui apporte l'énergie requise. Inversement, l'électron peut se désexciter et tomber vers un niveau plus bas en émettant un photon d'énergie donc de fréquence appropriée. C'est cette structure en niveaux d'énergie discrets qui explique les spectres d'émission ou d'absorption des atomes. Lorsque les écarts entre niveaux d'énergie électroniques sont de l'ordre de l'électronvolt, ce qui est souvent le cas, la lumière émise ou absorbée appartient au domaine visible. L'étude des spectres atomiques rend d'immenses services. En astrophysique par exemple : c'est en analysant le spectre d'un astre qu'on détermine les éléments qu'il contient, sa température, sa vitesse de déplacement, etc. Grâce à la très grande précision avec laquelle on sait mesurer la fréquence des rayonnements émis par les atomes, la spectroscopie est aussi à la base des horloges atomiques, instruments qui servent notamment d'étalons de temps.

Maurice Mashaal - La recherche (mensuel n°299 daté juin 1997 à la page 86)

Questions

1- Prouver, d'après le texte, que les atomes ont des couleurs.

2- Comment un électron peut-il passer d'un niveau d'énergie à un autre ?

3-Préciser dans quelle condition la lumière émise ou absorbée par l'atome appartient au domaine visible.

4- Citer deux applications de la spectroscopie.

Épreuve : sciences physiques
Section : sciences expérimentales
<u>Page à remplir et à remettre avec la copie</u>

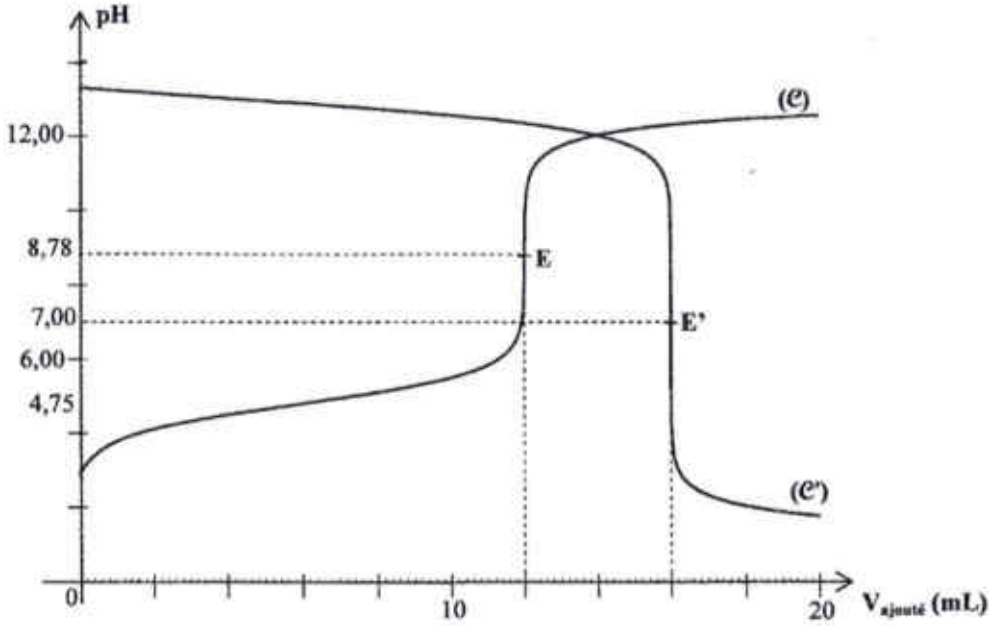

Figure 1