

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

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  $C_3 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ .

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  $V_3 = 10 \text{ mL}$  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  $V_1 = 24 \text{ mL}$  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  $V_{\text{ajouté}}$  de la solution contenue dans la burette. Sur la Figure 1 de la page 5/5, sont tracées les courbes (C) et (C') traduisant le  $\text{pH} = f(V_{\text{ajouté}})$ , 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 (C) et (C') l'expérience correspondante en justifiant la réponse.
- 3- Définir l'équivalence acido-basique.
- 4- En exploitant les courbes (C) et (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  $\text{p}K_a$  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 disparaît complètement durant le fonctionnement de la pile. A 25 °C, on réalise une pile électrochimique  $P_1$  symbolisée par :  $\text{Ni} | \text{Ni}^{2+} (C_1) || \text{Co}^{2+} (C_2) | \text{Co}$ .

- 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  $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ , la fem initiale de  $P_1$  vaut  $E_i = -0,05 \text{ V}$ .
  - 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<sub>1</sub>- Dire, en le justifiant, dans quel sens évolue le système.
- c<sub>2</sub>- 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.

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 :

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

- 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  $Y_B$  :  $1 V \cdot \text{div}^{-1}$  ;
  - balayage horizontal :  $1 ms \cdot \text{div}^{-1}$ .

En exploitant les chronogrammes de la Figure 3 :

- b<sub>1</sub>- donner la valeur maximale  $E$  de la tension délivrée par le générateur  $G$  ;
- b<sub>2</sub>- déterminer la valeur de la constante de temps  $\tau$  du dipôle  $RC$  et en déduire celle de la capacité  $C$  ;
- b<sub>3</sub>- 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.

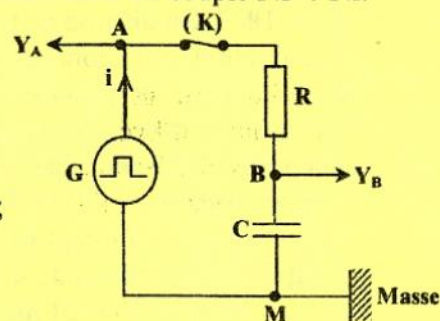


Figure 2

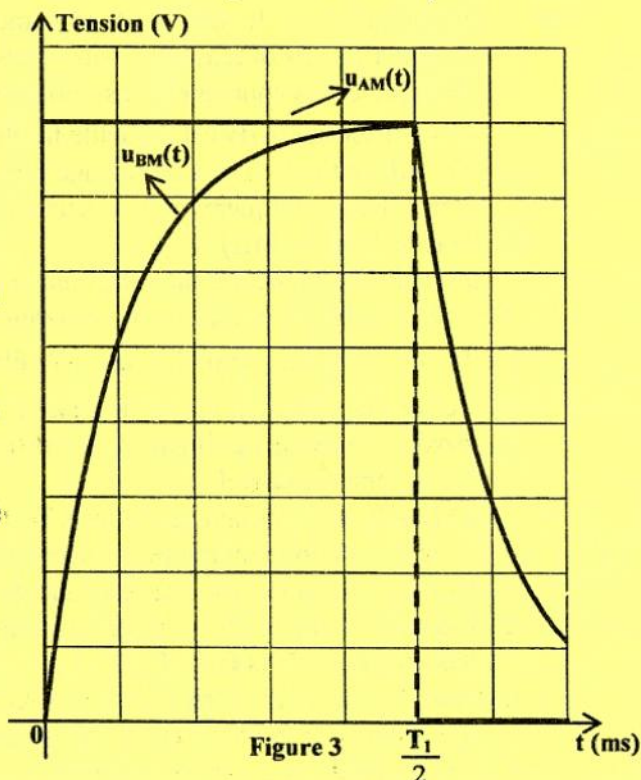


Figure 3

## 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.

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  $Y_A$  :  $1 \text{ V.div}^{-1}$  ;
- sensibilité verticale de la voie  $Y_B$  :  $500 \text{ mV.div}^{-1}$  ;
- balayage horizontal :  $4 \text{ ms.div}^{-1}$ .

A l'aide des chronogrammes de la Figure 5 :

b<sub>1</sub>- préciser la valeur de la période  $T_2$  de la tension délivrée par le générateur  $G$  ;

b<sub>2</sub>- 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  $N_3 = 159 \text{ Hz}$  de la tension délivrée par le générateur  $G$  et avec un réglage convenable, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure 7 avec :

- sensibilité verticale de la voie  $Y_A$  :  $2 \text{ V.div}^{-1}$  ;
- sensibilité verticale de la voie  $Y_B$  :  $3 \text{ V.div}^{-1}$ .

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.

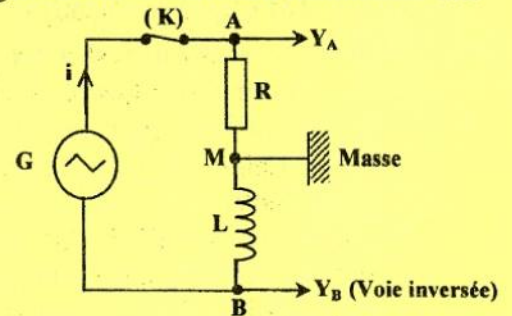


Figure 4

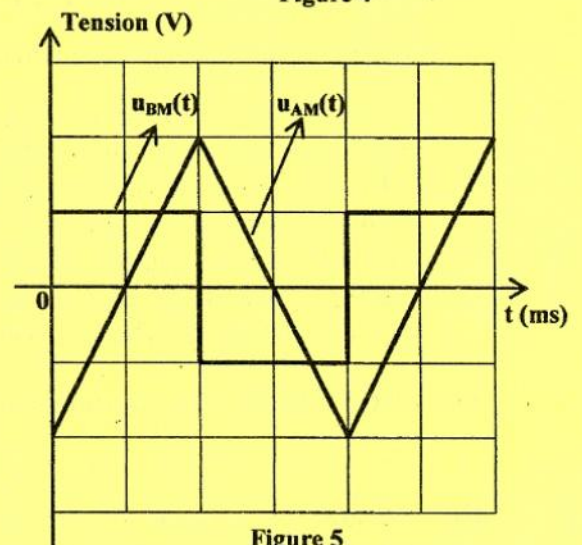


Figure 5

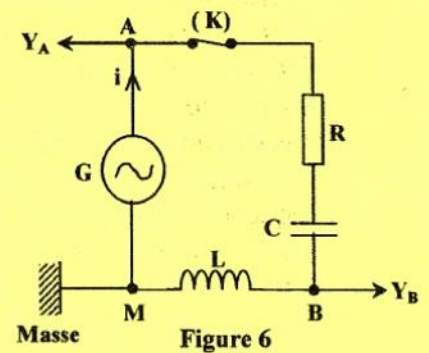


Figure 6

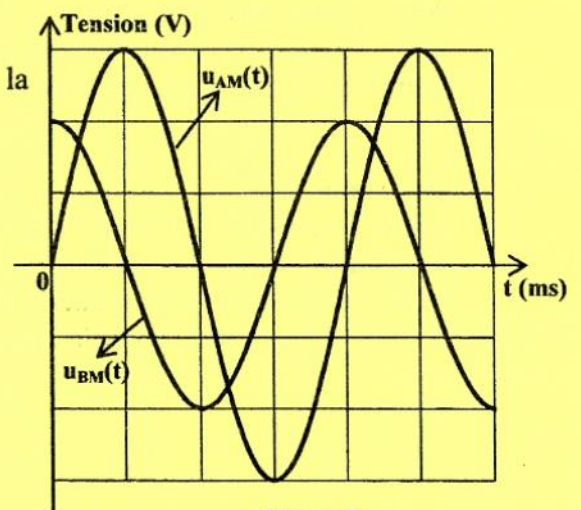


Figure 7

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

### Exercice 2 : (3,5 points)

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

- 1- a) Préciser si la radioactivité est de type  $\alpha$ ,  $\beta^+$  ou  $\beta^-$ . 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  $^{131}\text{I}$  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  $\lambda$ .  
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<sub>1</sub>- établir l'expression de  $A(t)$  en fonction de  $\lambda$ ,  $N_0$  et  $t$  ;  
c<sub>2</sub>- 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  $^{131}\text{I}$  de masse  $m_0 = 1 \mu\text{g}$  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<sub>1</sub>- Calculer le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon d'iode ; sachant que la masse d'un atome d'iode  $^{131}\text{I}$  est égale à  $2,17 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ .  
d<sub>2</sub>- 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**  
**Page à remplir et à remettre avec la copie**

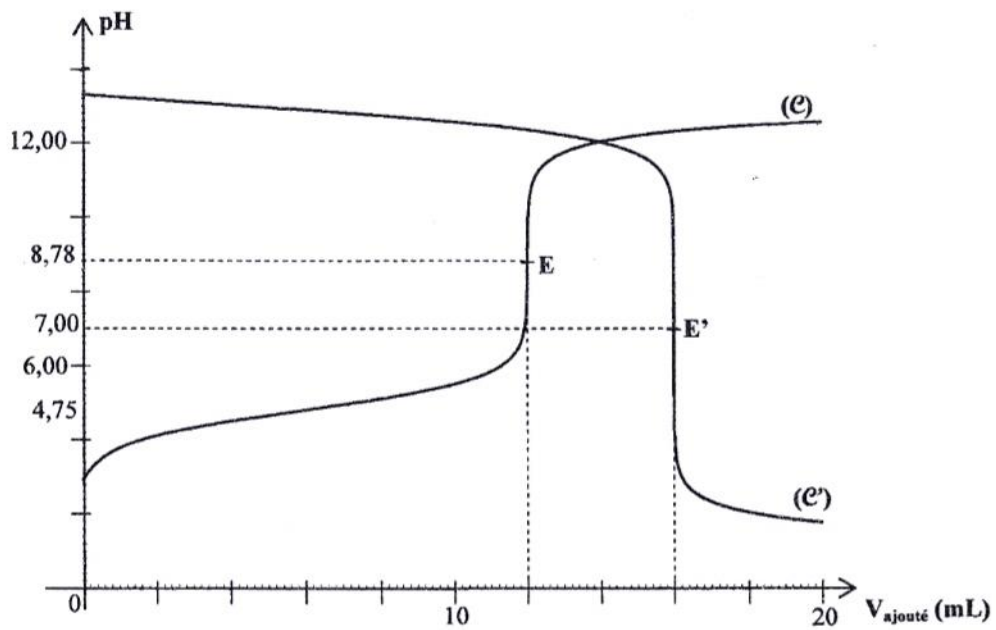


Figure 1