

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

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

## Chimie (7 points)

### Exercice 1 (3,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ . On suppose que l'on pourra négliger les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On considère trois solutions aqueuses (S<sub>1</sub>), (S<sub>2</sub>) et (S<sub>3</sub>) de même concentration C, de même volume V = 20 mL et contenant respectivement, les acides A<sub>1</sub>H, A<sub>2</sub>H et A<sub>3</sub>H. L'un des acides est fort alors que les deux autres sont faibles.

Les mesures des pH des trois solutions fournissent les résultats consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S <sub>1</sub> )	(S <sub>2</sub> )	(S <sub>3</sub> )
pH	3,60	1,70	3,45

- Exprimer le taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction d'un acide AH avec l'eau en fonction du pH et de C.
  - Classer les acides A<sub>1</sub>H, A<sub>2</sub>H et A<sub>3</sub>H par ordre de force d'acidité croissante. En déduire que A<sub>2</sub>H est l'acide fort.
  - Justifier que  $C \approx 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- On suppose que les acides A<sub>1</sub>H et A<sub>3</sub>H sont faiblement dissociés respectivement dans (S<sub>1</sub>) et (S<sub>3</sub>). Montrer que pour un acide faible, faiblement dissocié en solution aqueuse, le taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction de cet acide avec l'eau s'écrit :  $\tau_f = 10^{\text{pH} - \text{pK}_a}$ .
  - Déduire les valeurs de  $\text{pK}_{a1}$  et  $\text{pK}_{a3}$  respectivement, des couples A<sub>1</sub>H / A<sub>1</sub><sup>-</sup> et A<sub>3</sub>H / A<sub>3</sub><sup>-</sup>.
- On désire avoir le même pH pour les deux solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>3</sub>). Pour cela, on procède par dilution avec l'eau distillée, en ajoutant un volume V<sub>e</sub> d'eau au volume V de l'une de ces solutions.
  - Préciser, en le justifiant, la solution à diluer parmi (S<sub>1</sub>) et (S<sub>3</sub>).
  - Sachant que l'acide considéré reste faiblement dissocié dans la solution diluée, déterminer la valeur de V<sub>e</sub>.

### Exercice 2 (3,5 points)

Dans tout l'exercice, on supposera qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions restent constants et égaux dans les deux compartiments de la pile.

A 25 °C, on réalise la pile électrochimique symbolisée par :



On donne : la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à cette pile est  $K = 21,54$  ;  
 $\text{C}_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ;  $E^\circ(\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ .

- 1- Ecrire l'équation chimique associée à la pile.
- 2- a- Déterminer la valeur du potentiel standard  $E^\circ(\text{Cd}^{2+} / \text{Cd})$ .  
b- Dédire, en le justifiant, lequel parmi les deux réducteurs **Fe** et **Cd** est le plus fort.
- 3- A partir d'un instant pris comme origine des temps, on laisse la pile débiter du courant électrique dans un circuit extérieur. A un instant ultérieur  $t_1$ , la mesure de la fem de la pile donne  $E_1 = 0,05 \text{ V}$  et l'avancement volumique de la réaction qui se produit spontanément vaut  $y = 2,49 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
a- Préciser, en le justifiant, la polarité de la pile.  
b- Ecrire alors l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite du courant électrique.  
c- Exprimer la fem  $E_1$  de la pile en fonction de  $C_1$ ,  $C_2$  et  $y$ .  
d- En déduire la valeur de la concentration  $C_2$ .
- 4- L'état d'équilibre étant atteint, on désire inverser la polarité de la pile par rapport à celle trouvée en 3-a). Pour cela, on modifie la concentration  $C$  en ions  $\text{Cd}^{2+}$  à partir de l'état d'équilibre par une méthode adéquate. Montrer que :  $C < 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

## Physique (13 points)

### Exercice 1 (5 points)

Un circuit électrique comporte, branchés en série, un résistor de résistance  $R$  variable, une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un générateur idéal de tension, de fem  $E$  et un interrupteur  $K$  (figure 1).

A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .

- 1- a- Montrer que l'équation différentielle en  $u_R$  (tension instantanée aux bornes du résistor) s'écrit :

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{u_R}{\tau} = E \frac{R}{L} ; \text{ où } \tau \text{ est la}$$

constante de temps que l'on exprimera en fonction de  $R$ ,  $r$  et  $L$ .

- b- En déduire l'expression de la tension  $U_R$  aux bornes du résistor en régime permanent.

- 2- Pour deux valeurs différentes  $R_1 = 40 \Omega$  et  $R_2$  de  $R$ , on suit les évolutions au cours du temps des tensions instantanées  $u_{R1}(t)$  et  $u_{R2}(t)$  aux bornes du résistor. On obtient les courbes de la figure 2.

- a- Exprimer, en régime permanent, les tensions  $U_{R1}$  et  $U_{R2}$  correspondant respectivement aux tensions instantanées  $u_{R1}(t)$  et  $u_{R2}(t)$ .

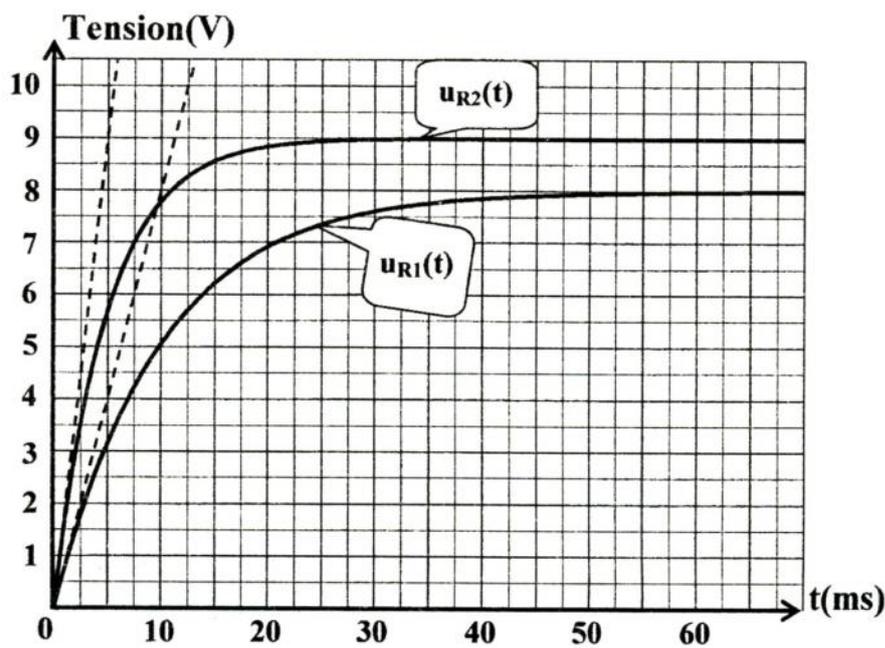
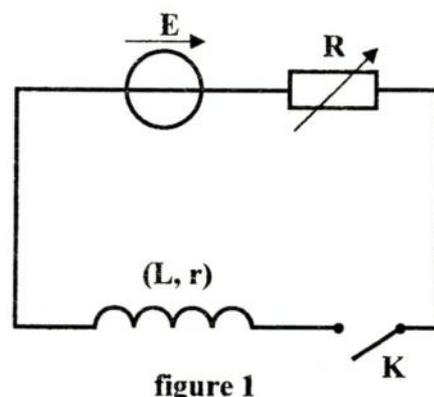


figure 2

- b- En exploitant les courbes de la **figure 2**, montrer que :  $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{8}{9}$  ; où  $\tau_1$  et  $\tau_2$  sont les constantes de temps correspondant respectivement à  $R_1$  et  $R_2$ .
- c- Déterminer graphiquement les valeurs de  $\tau_1$  et  $\tau_2$ .
- d- Dédire la valeur de  $R_2$ .
- 3- a- Montrer que  $r = 10 \Omega$ .
- b- Déterminer les valeurs de  $E$  et  $L$ .

### Exercice 2 (5 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à ondes. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à ondes en un point  $S$ . En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point  $S$  des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude  $a = 2 \text{ mm}$  et de fréquence  $N_1 = 40 \text{ Hz}$ . Ainsi, une onde progressive prend naissance à l'instant  $t = 0$  et se propage à la surface de l'eau avec une célérité  $v_1$ . On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation. La **figure 3** représente, à un instant  $t_1$ , une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par  $S$ , où est indiquée la position d'un point  $A$  de la surface libre de l'eau. A cet instant, l'élongation de  $S$  est nulle. Les points  $S$  et  $A$  sont distants de  $d = SA = 9 \text{ mm}$ .



figure 3

- 1- a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_1$ .
- b- En déduire la valeur de  $v_1$ .
- c- Déterminer la valeur de  $t_1$ .
- 2- a- Montrer qu'à l'instant  $t_2 = \frac{9}{160} \text{ s}$ , le point  $A$  se trouve au sommet d'une crête.
- b- Représenter le diagramme du mouvement du point  $A$  dans l'intervalle de temps  $[0, t_2]$ .
- c- Déterminer la phase initiale  $\varphi_S$  du mouvement de la source  $S$ .
- 3- On règle la fréquence à une valeur  $N_2$ . L'onde progressive se propage à la surface de l'eau à la célérité  $v_2$ . La **figure 4** représente, au même instant  $t_1$ , une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par  $S$ .

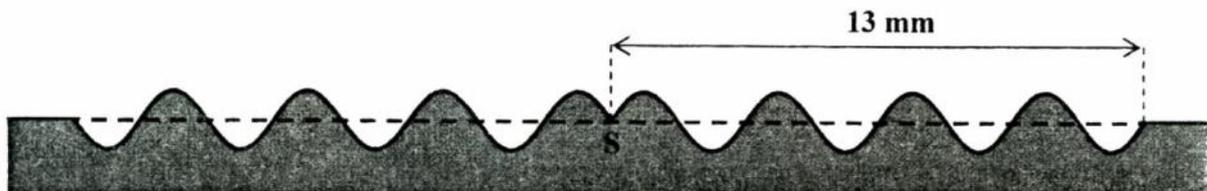


figure 4

- a- Déterminer les valeurs de la longueur d'onde  $\lambda_2$ , de la célérité  $v_2$  et de la fréquence  $N_2$ .
- b- Dédire que l'eau est un milieu dispersif.

### Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

#### La fission nucléaire

Lorsqu'un neutron percute le noyau de certains isotopes, il existe une probabilité que le noyau percuté se scinde en deux noyaux plus légers. Cette réaction, qui porte le nom de fission nucléaire, se traduit par un dégagement d'énergie très important (de l'ordre de **200 MeV** par évènement).

Cette fission s'accompagne de l'émission de plusieurs neutrons qui, dans certaines conditions, percutent d'autres noyaux et provoquent ainsi une réaction en chaîne. Dans un réacteur nucléaire, cette réaction en chaîne se déroule dans des conditions stables, à vitesse lente et contrôlée. Dans une bombe, où la matière est placée brusquement très loin de son domaine de stabilité, la réaction se multiplie si rapidement qu'elle conduit à une réaction explosive.

L'importance de l'énergie émise lors de la fission provient du fait que l'énergie de liaison par nucléon du noyau initial est plus faible que celle des noyaux produits (environ **7,7 MeV par nucléon** pour les éléments lourds, contre **8,8 MeV par nucléon** pour le fer). La plus grande partie de l'énergie se retrouve sous forme d'énergie cinétique des neutrons et des noyaux fils, énergie récupérée sous forme de chaleur dans les réacteurs conçus pour produire de l'énergie électrique...

*D'après : Energie nucléaire - Wikipédia*

*Pour répondre aux questions, se référer au texte.*

- 1- a- Définir la fission nucléaire.  
b- Préciser, en le justifiant, si la fission nucléaire est une réaction spontanée ou provoquée.  
c- La réaction de fission nucléaire est une réaction en chaîne. Expliquer.
- 2- a- Expliquer l'origine de l'énergie libérée au cours d'une réaction de fission nucléaire.  
b- L'énergie libérée par la fission nucléaire est utilisée pour des fins utiles. Donner un exemple.
- 3- Qualifier la réaction de fission dans un réacteur nucléaire par opposition à celle qui se produit dans une bombe.