

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION	SESSION DE CONTROLE	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION DE JUIN 2009
SECTIONS :	MATHEMATIQUES + SCIENCES EXPERIMENTALES	COEF. : 4
	SCIENCES TECHNIQUES	COEF. : 3
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES	DURÉE : 3 heures	

## CHIMIE (7points)

### Exercice 1 (3 points)

#### Etude d'un document scientifique

##### Décomposition de l'eau oxygénée

L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ , vendue plus ou moins concentrée (de 35 à 70% en volume). Etant relativement stable, elle perd moins de 1% de son activité par an dans les conditions normales de stockage (température ambiante...). En fonction des besoins, la décomposition de l'eau oxygénée ( $2 H_2O_2 \rightleftharpoons 2 H_2O + O_2$ ) est accélérée par un procédé ou un autre : pour le nettoyage des lentilles de contact par exemple, on utilise un disque constitué d'une grille de platine ou une pastille de catalase ; on peut voir facilement la catalase en action en appliquant un peu d'eau oxygénée sur une plaie où la mousse qui se produit est due entre autres au dégagement de dioxygène ; par élévation de température, elle peut être tellement accélérée que l'on peut s'en servir à  $650^\circ C$  comme moyen de propulsion pour une fusée. L'eau oxygénée est aussi un moyen de défense chez certains insectes : en réponse à une attaque, le coléoptère bombardier projette sur l'ennemi une solution aqueuse bouillante de substance organique appelée quinone. Celle-ci est produite grâce au dégagement de dioxygène résultant de la décomposition de l'eau oxygénée en présence de catalase.

*D'après un texte de C. Houssier et J.C. Labie – Mars 2004*

**catalase** : substance qui existe dans la plupart des tissus des animaux.

**coléoptère** : insecte à deux paires d'ailes et à antennes.

#### Questions

- Montrer à partir du texte si, dans les conditions normales de stockage, la décomposition de l'eau oxygénée est une réaction lente ou bien rapide.
- Préciser le rôle joué par la catalase dans le procédé utilisé pour nettoyer les lentilles de contact à l'eau oxygénée.
  - Relever du texte deux autres applications où la catalase joue le même rôle que dans 2.a.
- Relever du texte un autre facteur qui a joué dans la décomposition de l'eau oxygénée, un rôle semblable à celui de la catalase.

### Exercice 2 (4 points)

Toutes les expériences sont réalisées à la température  $25^\circ C$ . La mesure du pH d'une solution aqueuse d'acide benzoïque  $C_6H_5COOH$  de volume  $V = 0,1 L$  et de concentration  $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$  donne 3,13 ; celle du pH d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque  $CH_3COOH$  de même volume  $V$  et de même concentration  $C$  que la première donne 3,4.

- Montrer que l'acide benzoïque et l'acide éthanoïque sont des acides faibles.
- Ecrire l'équation de la réaction de chacun de ces acides avec l'eau.
  - Donner les couples acide-base mis en jeu dans chaque réaction.

3. a) Calculer pour chaque réaction, l'avancement maximal  $x_m$  et l'avancement final  $x_f$ .
- b) Montrer que la constante d'acidité  $K_a$  s'exprime en fonction de la concentration  $C$  et du taux d'avancement final  $\tau_f$  par  $K_a = \frac{C \tau_f^2}{1 - \tau_f}$  et calculer les  $pK_a$  des couples acide-base mis en jeu respectivement par l'acide benzoïque et l'acide éthanóique.
- c) Comparer les forces des acides  $C_6H_5COOH$  et  $CH_3COOH$  et montrer que le résultat trouvé est prévisible.

## PHYSIQUE (13 points)

### Exercice 1 (6 points)

Les parties A et B sont indépendantes

**A** – On se propose de déterminer la nature exacte d'un dipôle électrique D qui peut être soit une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , soit un condensateur de capacité  $C$ . On réalise alors le circuit schématisé sur la figure 1. Ce circuit comporte un générateur délivrant entre ses bornes une tension électrique  $E = 6\text{ V}$ , un résistor de résistance  $R_0 = 100\ \Omega$ , le dipôle D et un interrupteur K, montés tous en série.

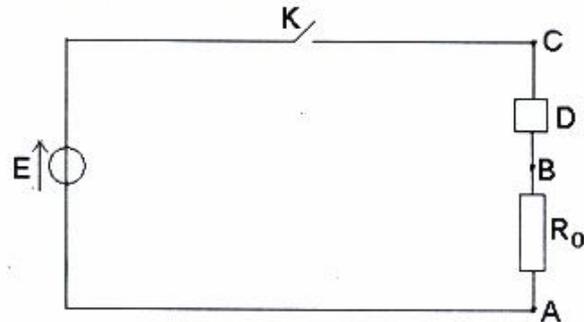
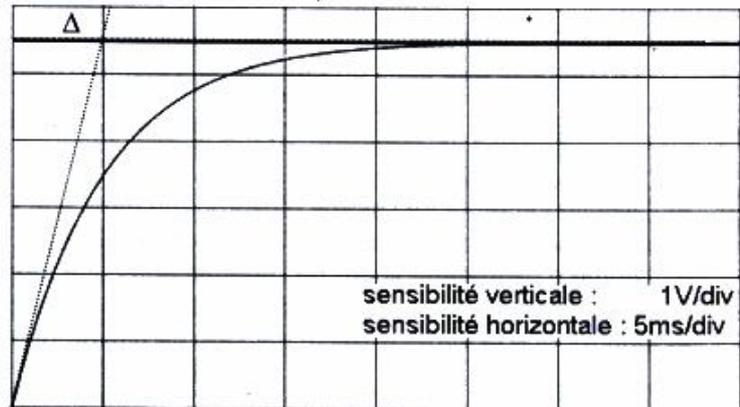


Figure 1

1. A la fermeture du circuit, on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire la tension  $u_{BA}$  aux bornes du résistor. On obtient alors le chronogramme représenté sur la figure 2.



$\Delta$  : tangente à la courbe à  $t = 0$

Figure 2

- a) Reproduire le schéma de la figure 1 et représenter les connexions à faire avec l'oscilloscope.
  - b) Montrer que le dipôle D est une bobine et expliquer le retard à l'établissement du régime permanent dans le circuit.
2. a) En appliquant la loi des mailles au circuit, montrer que la tension  $u_{BA}$  aux bornes du résistor vérifie l'équation différentielle :
- $$\frac{d u_{BA}}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{BA} = \frac{R_0}{L} E,$$

où  $\tau = \frac{L}{R}$  désigne la constante de temps du dipôle RL, avec  $R = R_0 + r$ .

b) Sachant que  $u_{BA} = \frac{R_0}{R_0 + r} E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ , déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$ .

c) Déterminer les valeurs de la résistance  $r$  et de l'inductance  $L$  de la bobine.

**B** - On réalise maintenant un autre circuit comportant en série une bobine d'inductance  $L' = 0,2\text{ H}$  et de résistance  $r'$ , un condensateur de capacité  $C'$ , un résistor de résistance  $R'_0 = 90\ \Omega$  et un générateur BF délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin 2\pi N t$ , de fréquence  $N$  réglable.

On fixe la fréquence  $N$  du GBF à une valeur  $N_1$ , on ferme le circuit et on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope la tension  $u(t)$  et la tension  $u_{R'_0}(t)$  aux bornes du résistor.

On obtient les chronogrammes de la figure 3.

1. a) Déterminer, à partir du graphe, la fréquence  $N_1$  et les valeurs maximales  $U_{m1}$  de la courbe 1 et  $U_{m2}$  de la courbe 2.

- b) En justifiant la réponse, identifier parmi les courbes 1 et 2, celle qui représente  $u(t)$ .
- c) Montrer graphiquement que le circuit réalisé est le siège d'une résonance d'intensité.
- d) Déterminer l'expression de l'intensité  $i(t)$  du courant qui circule dans le circuit.
2. Montrer que  $R'_0$  est liée à  $r'$  par la relation ( $\frac{r'}{R'_0} = \frac{1}{9}$ ) et calculer  $r'$ .
3. Calculer la valeur de la capacité  $C'$  du condensateur.

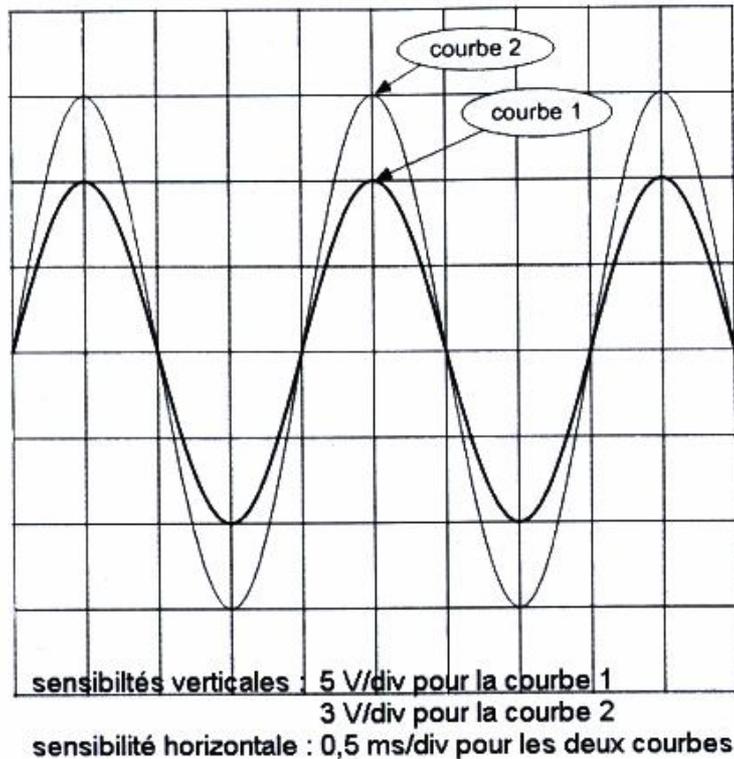


Figure 3

**Exercice 2 (3,5 points)**

On rappelle que dans un état donné, l'atome d'hydrogène possède l'énergie :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}, \text{ avec } n \in \mathbb{N}^* \text{ et } E_n \text{ exprimée en eV.}$$

1. a) Définir l'état fondamental d'un atome.  
b) Calculer l'énergie de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental.
2. Montrer que lorsqu'il passe d'un niveau d'énergie  $E_q$  à un niveau d'énergie  $E_p$  tel que  $p$  et inférieur à  $q$ , l'atome d'hydrogène libère de l'énergie sous une forme que l'on précisera.
3. Dans le cas où le niveau inférieur  $E_p$  de la transition est caractérisé par  $p = 2$  :

a) Montrer que la lumière émise par l'atome d'hydrogène a une longueur d'onde :

$$\lambda = \frac{0,365}{1 - \frac{4}{q^2}} \text{ en } \mu\text{m, avec } q \text{ entier } \geq 3$$

b) Sachant que toute radiation visible a une longueur d'onde  $\lambda$  telle que  $\lambda_{Vi} \leq \lambda \leq \lambda_R$  où :

$$\lambda_{Vi} = 0,400 \mu\text{m pour la lumière violette,}$$

$$\lambda_R = 0,750 \mu\text{m pour la lumière rouge,}$$

montrer que le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène renferme des raies visibles pour quatre valeurs de  $q$  que l'on déterminera.

4. Effectivement, les raies visibles du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène sont au nombre de quatre et correspondent aux radiations de longueurs d'onde :

$$\lambda_a = 0,657 \mu\text{m}, \lambda_b = 0,486 \mu\text{m}, \lambda_c = 0,434 \mu\text{m} \text{ et } \lambda_d = 0,410 \mu\text{m.}$$

- a) Préciser, en justifiant la réponse, si l'atome d'hydrogène pris dans son état excité  $E_2$  est capable d'absorber une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0,434 \mu\text{m}$ .
- b) Dans l'affirmative, identifier le nouvel état excité  $E_q$  par la détermination de  $q$ .

On donne :  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;

constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

**Exercice 3 (3,5 points)**

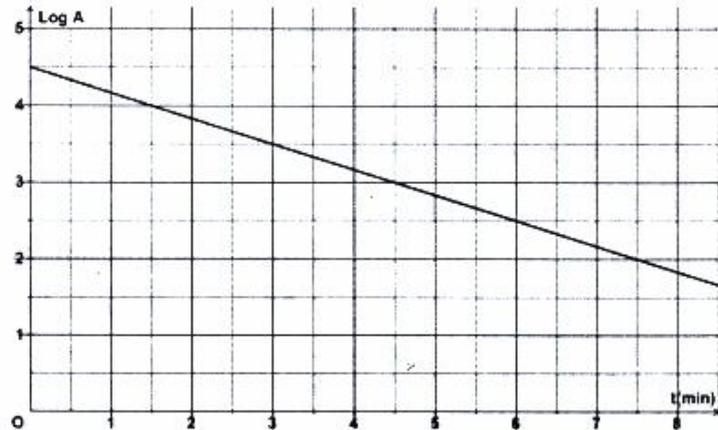
1. L'argent  $^{108}_{47}\text{Ag}$  se désintègre spontanément en un noyau de cadmium  $^{108}_{48}\text{Cd}$ . La transformation nucléaire s'accompagne de l'émission d'une particule X.

- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire et préciser les lois utilisées ainsi que la nature de la particule X.
- La réaction nucléaire considérée est-elle provoquée ou spontanée ?
- Expliquer l'origine de la particule X.

2. Dans le but de déterminer la période radioactive T de l'argent 108, on étudie expérimentalement l'évolution de l'activité A d'un échantillon d'argent 108 au cours du temps. Les résultats obtenus ont permis de tracer le graphe  $\text{Log A} = f(t)$  de la figure ci-contre. Sachant que l'activité A s'écrit sous la forme

$A = A_0 e^{-\lambda t}$ , où  $A_0$  est l'activité de l'échantillon à l'instant  $t = 0$  et  $\lambda$  est la constante radioactive de l'argent 108 :

- en déterminant l'expression théorique de  $\text{Log A}$  en fonction du temps, expliquer l'allure de la courbe de la figure ci-contre.
  - définir la période d'une substance radioactive et déterminer son expression en fonction de la constante  $\lambda$ .
  - déterminer à partir du graphe  $\text{Log A} = f(t)$ , la constante radioactive  $\lambda$  et en déduire la valeur de la période radioactive T de l'argent 108.
3. Déterminer l'activité initiale  $A_0$  de l'argent 108 et en déduire le nombre  $N_0$  de noyaux initialement présents dans l'échantillon d'argent 108.



On donne :

- proton :  $^1_1\text{p}$
- neutron :  $^1_0\text{n}$
- électron :  $^0_{-1}\text{e}$