

## EXERCICE 1 (5 points)

### Première partie

L'évolution du nombre  $N$  de noyaux à la date  $t$  d'un échantillon radioactif est donnée par la relation

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

1. Dire ce que signifient  $N_0$  et  $\lambda$ .
2.
  - 2.1 Définir la période  $T$  d'un échantillon radioactif.
  - 2.2 Établir l'expression de la période  $T$  en fonction de  $\lambda$ .
3. Représenter qualitativement la courbe  $N = f(t)$  d'évolution du nombre de noyaux en fonction du temps. On placera sur cette courbe les points remarquables suivants :  
A (0,  $N(0)$ ) ; B ( $T$ ,  $N(T)$ ) ; C ( $2T$ ,  $N(2T)$ ) et D ( $3T$ ,  $N(3T)$ ).

### Deuxième partie

Le Radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  au repos émet au cours d'une désintégration un noyau fils  ${}^A_Z\text{Rn}$  et une particule  $\alpha({}^4_2\text{He})$ .

1. Déterminer :
  - 1.1 l'énergie de liaison  $E_\ell$  du noyau de radium en Mev ;
  - 1.2 l'énergie de liaison par nucléon  $E_a$  du radium.  
On donne :  
 $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$   
 $m_{\text{Ra}} = 225,9770 \text{ u}$   
 $m_p$  (masse d'un proton) = 1,007276 u  
 $m_n$  (masse d'un neutron) = 1,008665 u
2. On considère que le nucléide fils est produit dans son état fondamental.  
L'équation de la désintégration s'écrit :  
$${}^{226}_{88}\text{Ra} \longrightarrow {}^A_Z\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$$
  - 2.1 Calculer  $A$  et  $Z$  à partir des lois de conservation des nombres de masse et de charge.
  - 2.2 Déterminer l'énergie totale  $E_t$  libérée en mégaelectronvolts (MeV) lors de cette désintégration.  
*Données :*  
 $m_{\text{Rn}} = 221,9703 \text{ u}$   
 $m_\alpha = 4,00150 \text{ u}$
3. Soient  $S$  et  $S'$  deux sources de radium.
  - 3.1 À la date initiale ( $t = 0$  s), la masse de  $S$  est  $m_0 = 5,65$  mg.
    - 3.1.1 Établir l'expression du nombre de noyaux  $N_0$  contenu dans  $S$ , en fonction de  $m_0$ ,  $\mathcal{N}$  et du nombre de nucléons  $A = 226$ .
    - 3.1.2 Calculer  $N_0$ .  
*Donnée :*  $\mathcal{N} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
  - 3.2 À la même date initiale ( $t = 0$ ), la source  $S'$  a une activité  $A_0' = 1,096 \cdot 10^{30} \text{ Bq}$ .  
La période radioactive du radium est  $T = 1\,600$  ans.  
Calculer le nombre de noyaux  $N_0'$  de  $S'$ .
  - 3.3 Comparer les nombres  $n$  et  $n'$  de particules  $\alpha$  émises respectivement par les sources  $S$  et  $S'$  pendant la même durée. Justifier la réponse.  
*Donnée :* la durée d'une année est de 365,25 jours.

## EXERCICE 2 (5 points)

Au cours d'une journée dénommée « la journée de la physique », un groupe d'élèves se propose de déterminer par deux méthodes différentes, les caractéristiques d'une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$  et d'observer le phénomène de la résonance d'intensité du courant électrique.

Le groupe dispose en plus de la bobine, du matériel suivant :

- un conducteur ohmique de résistance  $R = 20 \Omega$  ;
- un voltmètre de grande impédance ;
- un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$  ;
- un oscilloscope bicourbe ;
- des fils de connexion.

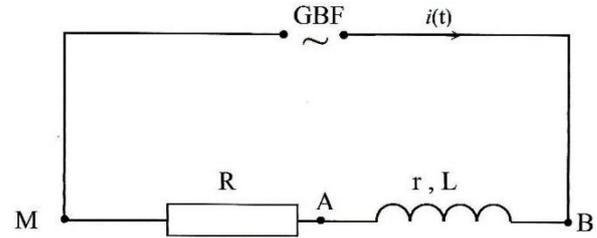


Figure 1

### 1. Première méthode

Les élèves réalisent le montage schématisé ci-dessus.

À l'aide d'un voltmètre de grande impédance, ils mesurent les tensions  $U_{AM}$ ,  $U_{BA}$ ,  $U_{BM}$ . Ils obtiennent les résultats suivants  $U_{AM} = 1,41 \text{ V}$  ;  $U_{BA} = 2,06 \text{ V}$  et  $U_{BM} = 2,83 \text{ V}$ .

- 1.1 Déterminer la valeur efficace  $I$  de l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit.
- 1.2 Représenter le diagramme de Fresnel à partir des tensions  $U_{AM}$ ,  $U_{BA}$ ,  $U_{BM}$ , l'origine des phases étant celle de l'intensité du courant dans le circuit. *Échelle* : 5 cm pour 1 V.

- 1.3 Déterminer à partir du diagramme de Fresnel :

- 1.3.1 la résistance  $r$  de la bobine ;
- 1.3.2 l'inductance  $L$  de la bobine.

### 2. Deuxième méthode

Les élèves visualisent à l'oscilloscope la tension  $U_{BM}$  sur la voie 1 et la tension  $U_{AM}$  sur la voie 2.

L'oscillogramme obtenu est représenté sur la figure 2.

Sensibilité verticale : voie 1 : 1V/div ;  
voies 2 : 1V/div.

Sensibilité horizontale : 2,5 ms/div.

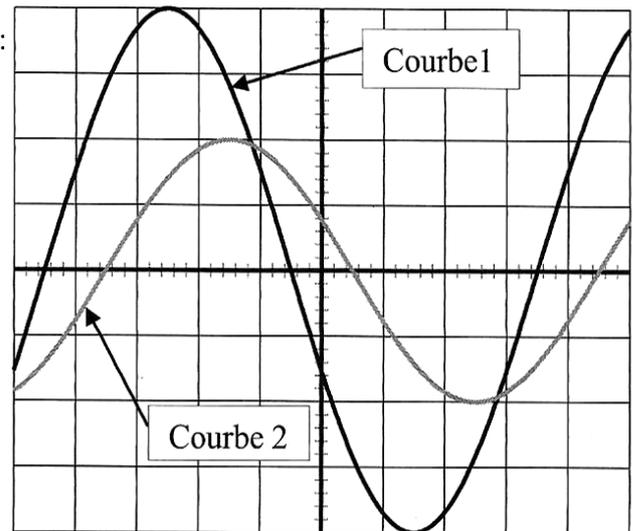


Figure 2

- 2.1 Reproduire la figure 1 et représenter les branchements effectués à l'oscilloscope.
- 2.2 Indiquer la courbe représentant les variations de la tension  $u_{AM}$  et justifier la réponse.
- 2.3 Déterminer à partir de la figure 2 :
  - 2.3.1 la fréquence de la tension délivrée par le générateur ;
  - 2.3.2 la valeur maximale  $U_{AMmax}$  de la tension aux bornes du conducteur ohmique  $R$  ;
  - 2.3.3 la valeur maximale  $I_{max}$  de l'intensité du courant qui traverse le circuit électrique ;
  - 2.3.4 la valeur de la phase  $\varphi_{u/i}$  de la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur par rapport à l'intensité  $i(t)$  qui traverse le circuit.
- 2.4 Déterminer :
  - 2.4.1 la résistance interne  $r$  de la bobine ;
  - 2.4.2 l'inductance  $L$  de la bobine.

### **3. La résonance d'intensité**

Pour la suite on prendra :  $r = 8,3 \Omega$  et  $L = 9 \cdot 10^{-2} \text{ H}$ .

Pour observer le phénomène de la résonance d'intensité, le groupe d'élèves insère en série, dans le montage précédent, un condensateur.

La tension délivrée par le générateur est  $u = 2,83\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ .

Déterminer :

- 3.1 la valeur de la capacité  $C$  du condensateur ;
- 3.2 la valeur efficace  $I$  de l'intensité du courant dans le circuit.

### **EXERCICE 3 (5 points)**

- 1- On veut préparer un volume  $V = 1 \text{ L}$  d'une solution  $S$  d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , à partir d'une solution mère  $S_0$  de concentration molaire  $C_0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ .
  - 1.1 Déterminer le volume  $V_0$  de la solution  $S_0$  à prélever.
  - 1.2 Décrire le mode opératoire pour la préparation de la solution  $S$  sachant que l'on dispose du matériel suivant :
    - fiole jaugée de 1 000 mL ;
    - pipette jaugée munie d'une poire à pipeter de 10 mL ;
    - bécher ;
    - pissette ;
    - eau distillée.
- 2- On procède au dosage de  $V_a = 20 \text{ mL}$  d'une solution d'acide lactique avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . L'acide lactique est un monoacide faible que l'on note  $AH$ . Le volume de soude versé à l'équivalence est  $V_{bE} = 20 \text{ mL}$ .
  - 2.1 Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide lactique et l'hydroxyde de sodium.
  - 2.2 Calculer la concentration  $C_a$  de l'acide lactique.
  - 2.3 On réalise un mélange avec un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$  d'acide lactique de concentration  $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et un volume  $V_b = 16 \text{ mL}$  de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le pH du mélange vaut 4,5.
    - 2.3.1. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans le mélange et calculer leurs concentrations molaires.
    - 2.3.2. Calculer le  $pK_a$  du couple acide lactique/ion lactate ( $AH/A^-$ ).

### **EXERCICE 4 (5 points)**

1. Un acide carboxylique saturé est noté  $A$ . La molécule de  $A$  comporte  $n$  atomes de carbone.
  - 1.1 Exprimer la formule générale de  $A$  en fonction du nombre  $n$  d'atomes de carbone.
  - 1.2 La combustion complète de 0,05 mol de l'acide carboxylique  $A$  donne 0,2 mol de dioxyde de carbone et 0,2 mol d'eau.
    - 1.2.1 Écrire l'équation-bilan de la réaction de combustion complète de  $A$ .
    - 1.2.2 Montrer que la formule brute de  $A$  est  $C_4H_8O_2$ .
    - 1.2.3 Donner la formule semi-développée et le nom de  $A$  sachant que celle-ci comporte une ramification.
2. On se propose de préparer un ester  $E$  : le 2-méthylpropanoate d'éthyle.

On dispose de l'acide 2-méthylpropanoïque, de l'éthanol et du décaoxyde de tétraphosphore ( $P_4O_{10}$ ).

**2.1** Écrire la formule semi-développée de l'ester E.

**2.2** Donner la formule semi-développée et le nom du composé **B** que l'on peut préparer à partir de l'acide fourni et du décaoxyde de tétraphosphore.

**2.3**

**2.3.1** Écrire l'équation-bilan de la réaction de préparation de l'ester E en utilisant la formule semi-développée de **B**.

**2.3.2** Donner le nom et les caractéristiques de cette réaction chimique.

**2.3.3** Calculer la masse  $m_E$ , de l'ester formé sachant qu'on a utilisé 4,6 g d'éthanol.

*On donne* :  $M_C = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M_O = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M_H = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .