

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 λ .
2.
 - 2.1 Définir la période T d'un échantillon radioactif.
 - 2.2 Établir l'expression de la période T en fonction de λ .
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_ℓ 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 α 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.

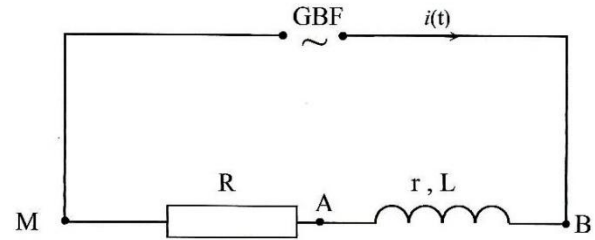


Figure 1

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.

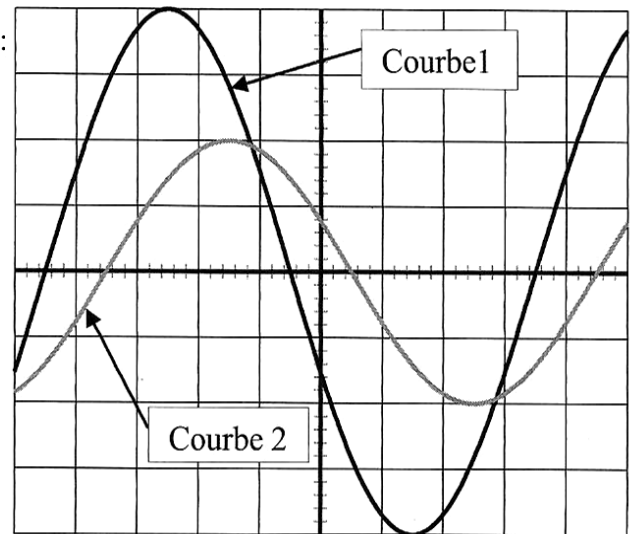


Figure 2

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