

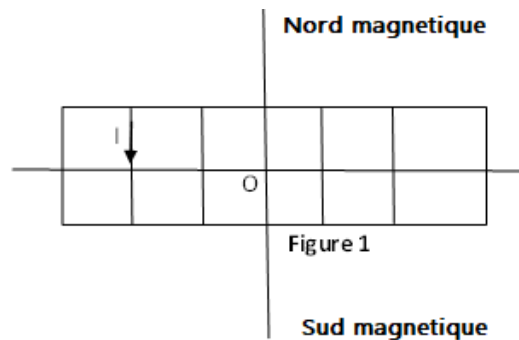


## PHYSIQUE

**EXERCICE 1 : (4,5 points)**

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques ( $L$ ,  $N$ ,  $I_{max}$ ), pour une utilisation optimale et sécuritaire.  $L$  et  $N$  représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que  $I_{max}$  correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine. Elles sont des sources de champ magnétique lorsqu'elles sont parcourues par un courant.

On dispose d'un solénoïde de longueur  $\ell = 50\text{cm}$  et de diamètre  $D = 5\text{cm}$  comportant  $N$  spires. L'axe du solénoïde est placé perpendiculairement au méridien magnétique comme l'indique la figure 1 ci – dessous. Au centre  $O$  du solénoïde est placée une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical. Lorsqu'on fait passer dans le solénoïde un courant d'intensité constante  $I = 5\text{ mA}$  l'aiguille aimantée dévie d'un angle  $\alpha = 79,3^\circ$ .



1.1. Reproduire la figure 1 et y représenter la composante horizontale du champ magnétique terrestre ( $\vec{B}_h$ ), le champ magnétique créé par le courant  $I$  ( $\vec{B}_C$ ), le champ magnétique résultant ( $\vec{B}_r$ ) ainsi que l'angle de déviation de l'aiguille  $\alpha$ . **(01,25 pt)**

1.2. Calculer l'intensité du champ magnétique créé par le courant  $I$  au centre du solénoïde. **(01 pt)**

**On donne :**  $B_h = 2.10^{-3}\text{ T}$  ;  $\mu = 4\pi. 10^{-7}\text{ SI}$

1.3. En déduire le nombre de spires  $N$  du solénoïde. **(0,5 pt)**

1.4. Calculer la longueur et le diamètre  $d$  du fil utilisé. **(01,25 pt)**

1.5. Montrer que l'expression de l'inductance  $L$  du solénoïde est égale à  $L = \frac{\pi\mu N^2 D^2}{4\ell}$

En déduire sa valeur. **(0,5 pt)**

**EXERCICE 2 : (05,5 points)**

L'uranium 235 est utilisé dans le domaine militaire pour la fabrication de bombe atomique et dans le domaine civil pour la production d'énergie dans les centrales nucléaires.

L'uranium naturel contient essentiellement deux isotopes : l'uranium 235 et l'uranium 238. On désire séparer les deux isotopes de l'uranium à l'aide d'un spectrographe de masse (voir figure 2).

Les ions  $^{235}_{92}\text{U}^+$  de masse  $m_1$  et  $^{238}_{92}\text{U}$  de masse  $m_2$  produits dans une chambre d'ionisation sont introduits avec une vitesse initiale négligeable en  $O$  dans une chambre d'accélération entre deux plaques  $P_1$  et  $P_2$  soumises à une tension  $U = V_{P1} - V_{P2}$ . Ces ions sortent par la fente  $A$ .

2.1. Représenter sur un schéma le sens du champ électrique régnant entre les plaques P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> permettant l'accélération des ions. (0,5 pt)

2.2. Exprimer les vitesses V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub> des ions <sup>235</sup><sub>Z</sub>U<sup>+</sup> et <sup>238</sup><sub>Z</sub>U<sup>+</sup> en fonction de q, U et leurs masses respectives m<sub>1</sub> et m<sub>2</sub>. En déduire une relation entre m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub>. (01,5 pt)

2.3. A la sortie en A de la chambre d'accélération, les ions pénètrent dans une région où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la figure.

2.3.1. Quel doit être le sens de  $\vec{B}$  pour que les ions soient déviés vers la plaque sensible ? (0,25 pt)

2.3.2. Montrer que le mouvement des ions dans le champ magnétique est plan. (On précisera le plan) (0,5 pt)

2.3.3. Déterminer les expressions des rayons de courbure R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> des trajectoires des ions en fonction de U, q, B et de la masse de l'ion correspondant. En déduire la nature de leurs mouvements. (1,25 pt)

2.3.4. Déterminer l'ion qui correspond à chacune des traces K et T sur la plaque sensible.

Calculer la distance KT. (0,5 pt)

2.4. Le courant d'ions issu de la chambre d'ionisation a une intensité de 10 μA. Sachant que l'uranium naturel contient en nombre d'atomes 99,3 % d'isotopes lourds, calculer la masse de chaque Isotope recueilli en 12 h.

(01 pt)

**Données :**

B = 10<sup>-3</sup> T, U = 4000 V ; Charge élémentaire : e = 1,6.10<sup>-19</sup> C ; Unité de masse atomique : 1u = 1,66.10<sup>-27</sup> kg  
Masse de l'uranium 235 : m<sub>1</sub> = 235 u.

**EXERCICE 3 : (05 points)**

Le condensateur est un composant qui emmagasine ou restitue de l'énergie électrique. Du fait de son comportement, il est utilisé dans plusieurs applications électroniques et industrielles.

Un condensateur de capacité C est chargé à l'aide d'un générateur qui débite un courant d'intensité constante I<sub>0</sub> = 3 mA. La courbe de la figure 3 donne l'évolution de la tension U<sub>c</sub> aux bornes du condensateur en fonction du temps.

3.1. En exploitant la figure 3, donner l'expression de U<sub>c</sub> en fonction du temps pour l'intervalle [0 ; 20ms]. (0,5 pt)

3.2. Au bout de combien de temps la charge du condensateur est-elle terminée ? En déduire la valeur maximale de la tension du condensateur U<sub>cmax</sub>. (0,75 pt)

3.3. Montrer que la capacité du condensateur est égale à C = 10μF. (0,5 pt)

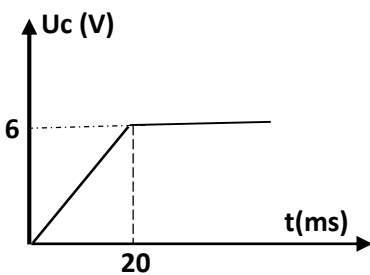


Figure 3

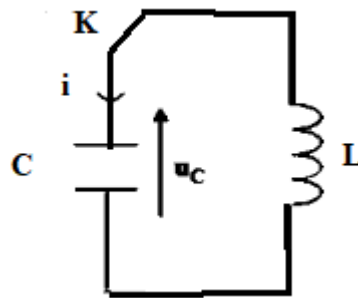


Figure 4

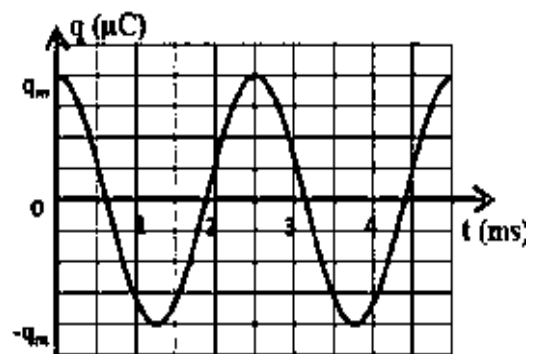


Figure 5

- 3.4. Calculer la charge maximale  $Q_{\max}$  et l'énergie  $E$  du condensateur à la fin de la charge. **(01 pt)**
- 3.5. A la fin de la charge, le condensateur est placé aux bornes d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable (Figure 4). La courbe de la figure 5 donne l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur.
- 3.5.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur. **(0,75 pt)**
- 3.5.2. Quel est le régime de fonctionnement du circuit ? **(0,5 pt)**
- 3.5.3. Déterminer la période propre  $T_0$  des oscillations du circuit. En déduire la valeur de  $L$ . **(01 pt)**

**EXERCICE 4 : (05 points)**

Un groupe d'élèves réalisent un dipôle en plaçant en série une bobine  $b$  d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  avec un conducteur ohmique de résistance  $R$ . Ils appliquent aux bornes de ce dipôle un générateur de tension sinusoïdale  $u = U\sqrt{2} \cdot \cos(2\pi ft + \varphi)$  et de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ . L'intensité instantanée du courant est  $i = I\sqrt{2} \cdot \cos(2\pi ft)$ .

On donne respectivement les valeurs efficaces de la tension et de l'intensité du courant :

$$U = 82,5 \text{ V et } I = 2 \text{ A.}$$

Un voltmètre branché successivement aux bornes du conducteur ohmique  $R$  puis aux bornes de la bobine  $b$  donne respectivement  $U_R = 40 \text{ V}$  et  $U_b = 60 \text{ V}$ .

- 4.1. Représenter le circuit réalisé par le groupe d'élèves. **(0,75 pt)**
- 4.2. Déterminer la valeur de la résistance  $R$  du conducteur ohmique. **(0,5 pt)**
- 4.3. Montrer à l'aide de la construction de Fresnel que la phase  $\varphi$  de  $u$  par rapport à  $i$  est égale à  $41^\circ$ . On prendra l'horizontale comme origine des phases, (Echelle 1cm pour 15 V) **(01 pt)**
- 4.4. Déterminer les valeurs de l'inductance  $L$  et de la résistance interne  $r$  de la bobine. **(01 pt)**
- 4.5. Quelle est la capacité  $C$  du condensateur qu'il faut mettre en série avec le dipôle précédent pour que l'intensité  $i$  soit en phase avec la tension  $u$  aux bornes de la nouvelle association ? **(0,75 pt)**
- 4.6. On enlève le condensateur et on alimente le reste du circuit avec une tension continue de valeur  $U_1 = 12 \text{ V}$ . Quelle serait l'intensité  $I_1$  du courant qui traverse ce dipôle. **(01 pt)**

**FIN DU SUJET**