

PHYSIQUE

Exercice 1 (6 points)

On considère le dispositif de la figure 1 ci - contre comprenant trois domaines notés I, II et III dans lesquels on a fait le vide.

Des particules de masse $m = 1,67.10^{-27}$ kg, de charge électrique $q = 1,6.10^{-19}$ C sont émises sans vitesse en O_1 puis sont accélérées par une différence de potentiel $U_0 = V_P - V_Q$ appliquées entre deux plaques P et Q planes et horizontales séparées par une distance $d = 2$ cm. Les particules arrivent en O_2 avec une vitesse \vec{V}_0 de valeur $V_0 = 2.10^5$ m/s et pénètrent dans la région II où règnent simultanément un champ électrique uniforme \vec{E} d'intensité $E = 20.000$ V/m et un champ magnétique

uniforme \vec{B}_0 perpendiculaire au plan de la figure.

1. Quel doit être le signe de U_0 ? (0,5 pt)

2. Etablir l'expression de U_0 en fonction de q , m et V_0 .

Montrer que $U_0 = 208,8$ V (1 pt)

3. Pour quelle valeur de B_0 les particules arrivent-elles en

O_3 sans être déviées ? Représenter \vec{B}_0 sur la figure. (1 pt)

4. Représenter au point M, sans souci d'échelle, les forces électriques \vec{F}_e et magnétique \vec{F}_m qui s'exercent sur une particule. (1 pt)

5. En O_3 les particules entrent dans le domaine III où règne un champ magnétique uniforme \vec{B}_1 perpendiculaire au plan de la figure de valeur $B_1 = 20$ mT et y décrivent un quart de cercle de rayon R.

5.1. Quel doit être le sens de \vec{B}_1 . Représenter \vec{B}_1 sur la figure (0,5 pt)

5.2. Montrer que dans le domaine III le mouvement d'une particule est uniforme et exprimer le rayon R de sa trajectoire en fonction de m , V_0 , q et B_1 . Calculer R (1 pt)

5.3. Montrer que la durée Δt de la traversée du champ magnétique \vec{B}_1 est indépendante de la vitesse de la particule. Calculer Δt (1pt)

Exercice 2 (7 points)

Le condensateur et la bobine sont des réservoirs d'énergie.

Lorsqu'ils sont montés ensemble dans un circuit ils échangent de l'énergie entre eux.

Le circuit de la figure 2 ci - contre comporte un condensateur de capacité C initialement chargé sous une tension U_0 puis monté aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

1. Etablir l'équation différentielle donnant l'évolution au cours du temps de la tension u_c aux bornes du condensateur. (1 pt)

2. Montrer que la solution de cette équation différentielle

est de la forme $u_c = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$ où T est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques du circuit. Que représente T? (1 pt)

3. La figure 3 ci - dessous donne l'évolution de la tension u_c au cours du temps. En exploitant la figure 3 déterminer les valeurs de U_0 et T. (1 pt)

4. La figure 4 donne les variations de l'énergie stockée dans la bobine au cours du temps.

4.1. Montrer que cette énergie peut se mettre sous la forme

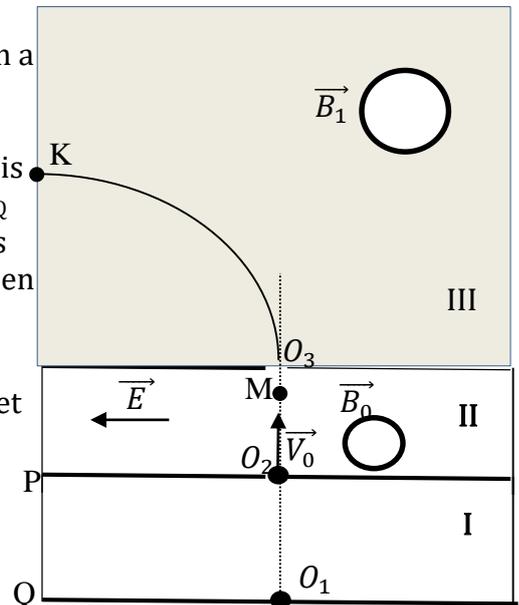


Figure 1

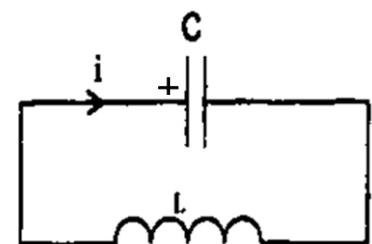


Figure 2

$E = \frac{1}{4}CU_0^2(1 - \cos \frac{4\pi}{T} \cdot t)$. On rappelle que $\sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$. (1 pt)

- 4.2. Déduire du graphe de la figure 4 la valeur maximale E_m de l'énergie stockée dans le condensateur. (1 pt)
- 4.3. Déduire de la question 4.2. la valeur de C. (1 pt)
- 4.4. Déduire du résultat de la question 3 la valeur de L. (1 pt)

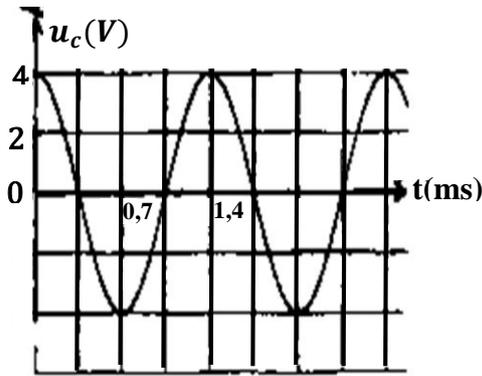


Figure 3

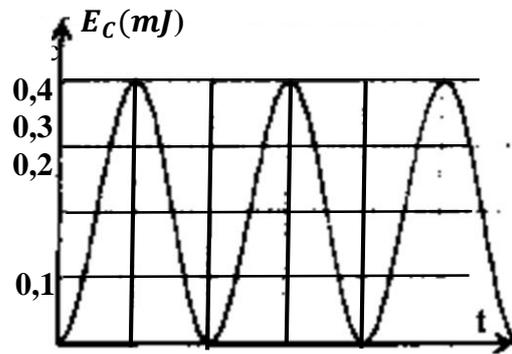
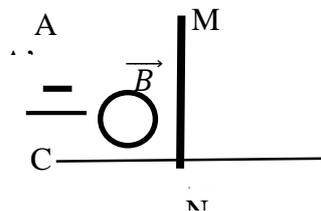


Figure 4

Exercice 3 (7 points)

On considère le dispositif de la figure 5 ci – contre comportant :

- deux rails AA' et CC', parallèles et de résistance négligeables, séparés par une distance $d = 25 \text{ cm}$.
- Une tige MN métallique de masse négligeable, de résistance $r = 0,5\Omega$, perpendiculaire aux rails et pouvant glisser sans frottement dans une direction parallèle aux rails.

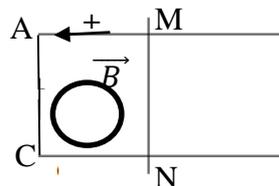


L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} , perpendiculaire au plan des rails et d'intensité $B = 1T$.

- 1. On branche entre les extrémités A et C des deux rails un générateur de courant continu G. On constate que la tige se met en mouvement en se dirigeant de A vers A'. indiquer sur la figure le sens du courant I et celui du champ magnétique \vec{B} (1 pt)
- 2. On élimine le générateur et on le remplace par un fil conducteur puis on déplace la tige à la vitesse constante $V = 10\text{m/s}$. L'orientation du champ magnétique reste inchangée.

Le circuit est orienté dans le sens indiqué

- 2.1. Montrer que le flux du champ magnétique à travers le circuit peut s'écrire $\Phi = BVd \cdot t$ (1,5 pt)



- 2.2. En déduire les expressions de la force électromotrice induite e qui apparaît dans l. Calculer e et i. (1,5 pt)
- 2.3. Représenter i sur la figure. (1,5 pt)
- 2.4. Calculer l'intensité de la force de Laplace induite \vec{f}_L qui s'applique sur la tige au cours de son déplacement. Représenter \vec{f}_L sur la figure. (1,5 pt)