Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences Semlalia
Département de Physique
- Marrakech -

Année universitaire 2016/2017
Filière : SMA /S3
Filière : SMI /S3

Epreuve d'électricité II
Durée 2h

Exercice 1

A) On considère un solénoïde S_1 de longueur ℓ_1 et de rayon R_1, ($\ell_1 >> R_1$), comportant N_1 spires circulaires jointives.Les spires sont parcourues par un courant d'intensité I_1(figure 1). Le solénoïde S_1 est supposé infini. On désigne par μ_0 la perméabilté magnétique du vide.
On choisit un système de coordonnées cylindriques, dont l'axe des z est confondu avec l'axe (Δ) du solénoïde.
1) En utilisant la symétrie plane, déterminer la direction du champ d'induction magnétique $\vec{B}(M)$ créé par le solénoïde en un point M, de l'espace, repéré par ses coordonnées cylindriques (ρ, φ, z).
2) De quelle coordonnée du point M dépend le module du champ d'induction magnétique $\vec{B}(M)$?
3) Préciser l'allure des lignes du champ.
4) Appliquer le théorème d'Ampère et montrer que le champ d'induction magnétique $\vec{B}_{ext}$, à l'extérieur du solénoïde, est constant. On prendra, pour la suite de l'exercice, $\vec{B}_{ext} = \vec{0}$.
5) En appliquant le théorème d'Ampère montrer que le champ d'induction magnétique $\vec{B}_{\text{int}}$, à l'intérieur du solénoïde, a pour module: $B_{\text{int}} = \dfrac{N_1}{\ell_1}\mu_0 I_1$.

B) Un deuxième solénoïde S_2, de longueur ℓ_2, de rayon R_2 ($R_2 < R_1$), comportant N_2 spires circulaires jointives parcourues par un courant d'intensité I_2, est introduit à l'intérieur du solénoïde S_1 sur une longueur h (figure 2). Les deux solénoïdes, de même axe (Δ), sont supposés infinis .
On note L_1 et L_2 les inductances propres respectives des deux solénoïdes S_1 et S_2.
1) Déterminer l'expression de l'inductance propre L_1 du solénoïde S_1
2) Déterminer l'expression de l'inductance propre L_2 du solénoïde S_2
3) Déterminer le flux magnétique Φ_{12}, à travers S_2, du champ d'induction magnétique créé par S_1
4) En déduire le coefficient d'inductance mutuelle M entre les deux solénoïdes S_1 et S_2
5) Vérifier que $\dfrac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = k \dfrac{R_2}{R_1}$. En déduire k en fonction de h, ℓ_1 et ℓ_2.

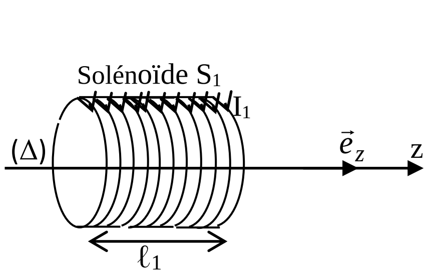

Figure 1

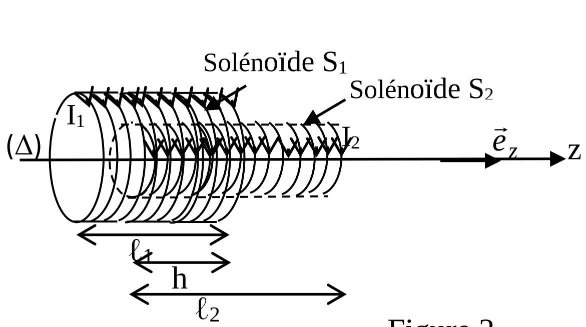

Figure 2

Exercice 2

On considère le circuit électrique, de la figure 3.

On donne : $i_0(t) = \sqrt{2}\cos(\omega t)$ A ; $R = L.\omega = 100\,\Omega$; $R_1 = 10\,\Omega$; $\frac{1}{C\omega} = 100\,\Omega$

1- a- Déterminer l'expression de l'amplitude complexe $\bar{I}$ du courant qui circule dans la résistance R. Calculer le module et l'argument de $\bar{I}$.
1-b- En déduire l'expression du courant i(t)
1-c- Calculer le courant $i_L(t)$ qui circule dans la bobine
1-d- Calculer la puissance active et la puissance réactive qui sont mises en jeu dans le circuit.
2) En appliquant le théorème de Thévenin retrouver l'expression du courant i(t)

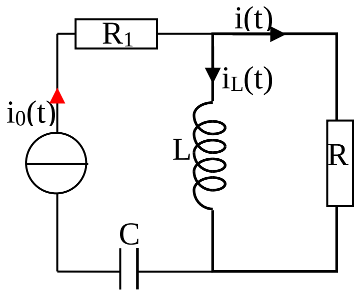

Figure 3

Exercice 3

On considère une onde électromagnétique plane progressive sinusoïdale, de fréquence f = $1,6 \times 10^{10}$ Hz se propageant à la vitesse c $=3\times10^{8}$ m.s^{-1} dans le vide, caractérisé par sa permittivité ε_0 et sa perméabilité μ_0 . L'espace est rapporté à un trièdre orthonormé direct (O,x,y,z) de vecteurs unitaires $\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$.

Le champ électrique de cette onde est de la forme : $\vec{E}$ (M,t) = $E_0 \cos[\omega t - k\, y]\ \vec{e}_z$
où E_0, ω et k sont des constantes positives.
1) Que représentent E_0, ω et k ? .
2) Calculer ω , k et la longueur d'onde λ.
3) Préciser la direction de propagation de l'onde.
4) Déterminer l'expression du champ d'induction magnétique $\vec{B}$ (M, t) de l'onde.
5) Déterminer l'expression de la densité volumique d'énergie électromagnétique w_{em} .
6) Déterminer l'expression du vecteur de Poynting $\vec{P}$ (M, t).
7) On considère un dispositif de réception constitué par un cadre indéformable carré, de centre O', de côté a comportant N spires jointives. Le centre O', du carré, a pour coordonnées (0,d,0) : $\overrightarrow{OO'} = d\ \vec{e}_y$
le cadre est placé de telle sorte que le flux magnétique Φ(t), du champ $\vec{B}$, qui le traverse soit maximal.

7-a- Montrer que le flux magnétique Φ(t) peut être écrit sous la forme : $\Phi(t) = \Phi_a \cos(\omega t - k\,d)$.
En déduire l'expression de Φ_a en fonction des données.
7-b- Déterminer l'expression de la force électromotrice e(t) induite dans le cadre.
7-c- Pour $a = \frac{\lambda}{2}$ déterminer, en fonction de N , E_0 et λ, l'amplitude de la f.e.m induite e(t).

On donne : $\sin p - \sin q = 2\sin\frac{p-q}{2}\cos\frac{p+q}{2}$