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

Année universitaire 2018/2019
Filière : SMA /S3
Filière : SMI /S3

Contrôle Final d'électricité II
Durée 2h

Exercice 1

A) On considère un solénoïde de rayon R , d'axe (Δ) et de longueur ℓ ($\ell >> R$), comportant n spires circulaires par unité de longueur. Les spires sont jointives et parcourues par un courant continu d'intensité I (figure 1-a). Le solénoïde est **supposé infini.** On désigne par μ_0 la perméabilté magnétique du vide.

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) On suppose que le champ d'induction magnétique à l'extérieur du solénoïde est nul ($\vec{B}_{ext} = \vec{0}$).

Appliquer le théorème d'Ampère et déterminer l'expression du champ d'induction magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur du solénoïde.

B) Une spire circulaire conductrice (C), de centre O, de rayon a<<R, est placée à l'intérieur du solénoïde (figure 1-b) où règne le champ uniforme $\vec{B}$ déterminé au ***A***) 2).

Cette spire est mise en rotation à la vitesse angulaire ω, constante positive, autour d'un de ses diamètres, qui est confondu avec l'axe Oy.

Soit l'angle $\theta(t) = (\vec{e}_z , \vec{n})$ où $\vec{n}$ est le vecteur unitaire normal à la surface S du disque limitée par la spire (C) (figure 1-b). On pose $\theta(t) = (\omega\, t)$ et $\vec{n} = \cos(\omega\, t)\, \vec{e}_z + \sin(\omega\, t)\, \vec{e}_x$

1) Déterminer, en fonction de μ_0, n, I, S et θ(t), le flux Φ(t) du champ d'induction magnétique $\vec{B}$ créé par le solénoïde à travers la spire (C).

2) Déterminer l'expression de la f.e.m **e(t)** induite dans la spire (C).

3) Sachant que la spire (C) a une résistance électrique **r**, calculer le courant **i(t)** induit dans (C).

4) Déterminer l'expression de la puissance instantanée $\mathbf{p_j}(t)$ dissipée par effet Joule dans (C).

5) En déduire la puissance moyenne temporelle < $\mathbf{p_j}$ (t) > dissipée par effet Joule dans (C).

6) Déterminer l'expression du moment magnétique instantané $\vec{m}$ de la spire (C).

7**)** Déterminer le moment résultant des forces de Laplace $\vec{\Gamma}_L(t)$ qui s'exerce sur la spire (C) ainsi que sa moyenne temporelle $< \vec{\Gamma}_L >$.

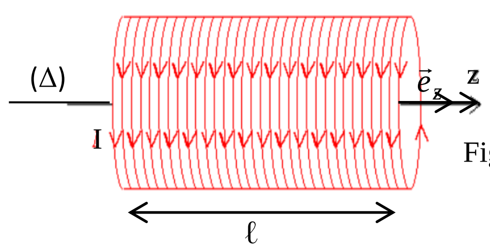

Figure 1-a

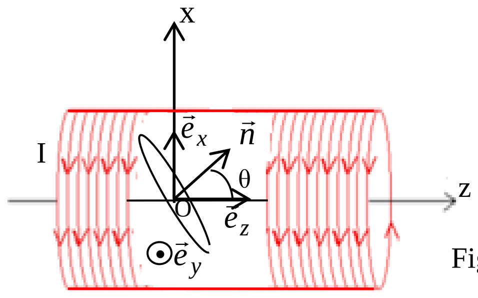

Figure 1-b

Exercice 2

On considère le circuit électrique de la figure 2

On donne: e(t) = 4 cos(ω t) volts ; $i_0(t) = 0{,}04 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ ampères ; $R_1 = R_2 = 100\ \Omega$; $\frac{1}{c\omega} = 50\ \Omega$

1) Montrer que l'impédance complexe équivalente $\overline{Z}_{AB}$ du dipôle AB pris entre A et B peut se mettre sous la forme suivante: $\overline{Z}_{AB} = \frac{100}{1+2j}$ où $j^2 = -1$

2) Appliquer le théorème de superposition et montrer que la tension v(t) = 2 cos(ω t) volts .
3) Calculer les courants $i_2(t)$ et $i_3(t)$ (figure 2), [on pourra utiliser la loi d'Ohm].
4) Calculer le courant $i_1(t)$
5) Calculer la puissance dissipée par effet joule dans le circuit.
6) Calculer la puissance réactive mise en jeu dans le circuit.

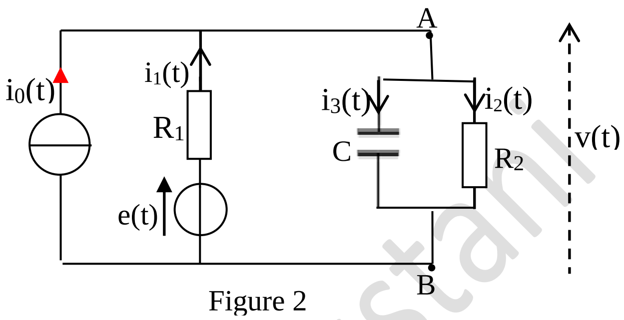

Figure 2

Exercice 3

Dans un repère orthonormé direct $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, une onde électromagnétique plane progressive harmonique de pulsation ω et de vecteur d'onde $\vec{k}$, se propage dans le vide de perméabilité μ_0 , à la vitesse c de la lumière .
Le champ électrique associé à cette onde est de la forme :

$$\vec{E}(z,t) = E_0 \cos(\omega t - k z)\ \vec{e}_x$$

1) Déterminer l'expression du vecteur d'onde $\vec{k}$.
2) Déterminer l'équation des plans d'onde.
3) Déterminer l'expression du champ d'induction magnétique $\vec{B}(z,t)$ associé à cette onde.
4) Déterminer l'expression du vecteur de Poynting $\vec{P}(z,t)$ de l'onde et calculer la moyenne temporelle de son module $\left\|\vec{P}(z,t)\right\|$.
5) En déduire la puissance moyenne p transportée à travers une surface S normale à la direction de propagation de l'onde.
6) Calculer la moyenne temporelle de la densité volumique d'énergie électromagnétique w_{em}.