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

Année universitaire 2017/2018
Filière : SMA /S3
Filière : SMI /S3

Contrôle de rattrapage d'électricité II
Durée 2h

Questions de cours

Le vide est caractérisé par sa permittivité ε_0 et sa perméabilité μ_0

1) Soit $(\vec{A}, V)$ un couple de potentiel pour un champ électromagnétique ($\vec{E}$, $\vec{B}$).

1-a) Donner les relations entre les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ et les potentiels $\vec{A}$ et V

1-b) Le couple $(\vec{A}, V)$ est-il unique ? Justifier la réponse

1-c) Déterminer l'équation de propagation, dans le vide ($\rho = 0$ et $\vec{j} = \vec{0}$), du potentiel vecteur $\vec{A}$ et du potentiel scalaire V, sachant que le couple de potentiel $(\vec{A}, V)$ vérifie la condition (jauge) de Lorenz :

$$div\vec{A} + \varepsilon_0\mu_0 \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

2) Soit une onde plane progressant dans le vide à la vitesse c vers les z croissants. Soient $\vec{E}$ et $\vec{B}$ respectivement le champ électrique et le champ d'induction magnétique associés à cette onde.
L'espace est rapporté à un trièdre orthonormé direct de vecteurs unitaires $\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$.

2-a) Montrer que les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont perpendiculaires à la direction de propagation.

2-b) Déterminer la relation de structure de cette onde (relation entre $\vec{E}$, $\vec{B}$ et la direction de propagation)

Rappel : $\overrightarrow{rot}\,\overrightarrow{rot}\,\vec{a} = \overrightarrow{grad}(div\vec{a}) - \Delta\vec{a}$

Exercice 1

On considère un câble coaxial constitué **d'un fil rectiligne** (infini) d'axe (Oz), parcouru par un courant **I** dans le sens des *z* croissants, et **d'un cylindre conducteur** (infini) de rayon R et d'axe (Oz), parcouru par le courant surfacique **I** dans le sens des *z* décroissants avec une densité de courant surfacique $\vec{j}_s$ uniforme (figure 1). L'espace entre les deux conducteurs est assimilé au vide.
Dans le repère orthonormé direct $(O, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$, un point M de l'espace est repéré par ses coordonnées cylindriques (ρ, φ, z) (figure 1).

1) Déterminer l'expression de la densité de courant surfacique $\vec{j}_s$.
Quelle est l'unité, en système international, de j_s ?

2) Appliquer le théorème d'Ampère et déterminer l'expression du champ d'induction magnétique $\vec{B}(M)$ créé par le câble coaxial en tout point M de l'espace.

3) Donner l'allure du module $\|\vec{B}(M)\|$ du champ $\vec{B}(M)$ en fonction de ρ.

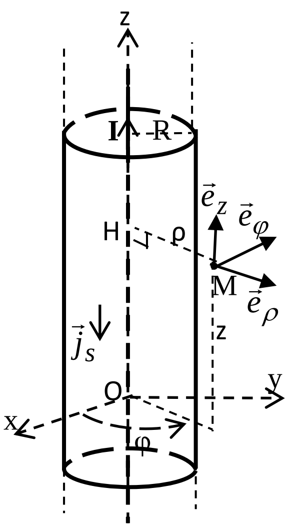

Figure 1

Exercice 2

Soit une spire circulaire conductrice de centre O, de rayon **a** et de résistance **R**, placée dans le plan xOy (figure 2) où règne un champ d'induction magnétique $\vec{B}$ de la forme : $\vec{B} = B_0 \cos(\omega t)\, \vec{e}_z$ où B_0 et ω sont des constantes positives.

1) Déterminer le flux magnétique $\phi(t)$ du champ $\vec{B}$ à travers la spire.
2) Déterminer l'expression de la force électromotrice induite, e(t), dans la spire.
3) Déterminer le courant induit, i(t), dans la spire.

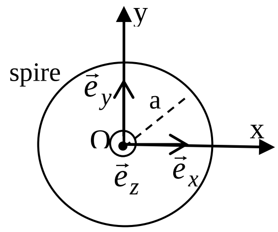

Figure 2

Exercice 3

On considère le circuit électrique de la figure 3 où $e_1(t) = E_1 \cos(\omega t)$ et $e_2(t) = E_2 \cos(\omega t)$

On donne : $E_1 = 20$ V ; $E_2 = 10$ V ; R = 50 Ω ; Lω = 100 Ω ; $\dfrac{1}{C\omega} = 100\ \Omega$

1) a) Appliquer le théorème de superposition et calculer le module et l'argument de l'amplitude complexe $\bar{V}$ de la tension complexe $\bar{v}(t)$.
b) En déduire l'expression de la tension *v(t)*.
2) On veut retrouver l'amplitude complexe $\bar{V}$ de la tension $\bar{v}(t)$ par application du théorème de Norton.
a) Déterminer l'amplitude complexe $\bar{I}_N$ du générateur de Norton.
b- Déterminer l'impédance complexe $\bar{Z}_N$ du générateur de Norton.
c- Calculer le module et l'argument de l'amplitude complexe $\bar{V}$.
d- En déduire l'expression de la tension *v(t)*.
3) Calculer les courants $i_1(t)$ et $i_2(t)$
4) Calculer la puissance active P_a et la puissance réactive P_r mises en jeu dans le circuit.

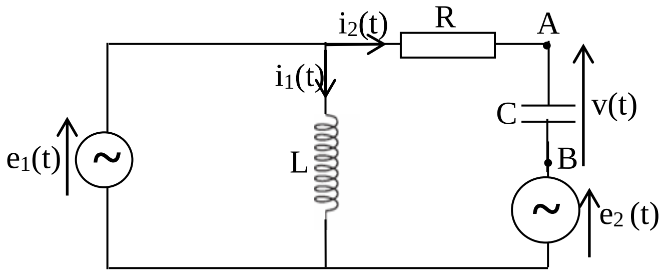

Figure 3

Barème approximatif :
questions de cours : 4 points ; exercice 1 : 5 points ; exercice 2 : 4 points ; exercice 3 : 7 points