UNIVERSITÉ BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ — **Année 2020-2021**
U.F.R. Sciences et Techniques — 8 juin 2021
Licence 2^e année - Mention Science de la matière

EPREUVE :
Introduction à l'Electromagnétisme - Phys3A

Durée : 2h00 — Documents et calculatrice non autorisés

I Magnétostatique

1. Ecrire le théorème d'Ampère sous sa forme (i) locale et (ii) intégrale.
2. Calculer le module de $\overrightarrow{B}$ créé à une distance d par un fil infini parcouru par un courant I.

II. Propagation d'une onde dans un câble coaxial

Un câble coaxial supposé infini est parcouru par un courant sinusoïdal. Il créé une onde électromagnétique sinusoïdale monochromatique se propageant dans la direction $\overrightarrow{Oz}$ (axe du câble). En raison de la symétrie du problème les champs électriques et magnétiques en un point M de l'espace s'écrivent dans un repère cylindrique $(O|\overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta}, \overrightarrow{u_z})$.

$$\overrightarrow{E}(M) = E(M)e^{-i(\omega t-kz)}\overrightarrow{u_r} = E_r\overrightarrow{u_r},$$
$$\overrightarrow{B}(M) = B(M)e^{-i(\omega t-kz)}\overrightarrow{u_\theta} = B_\theta\overrightarrow{u_\theta},$$

où les amplitudes $E(M)$ et $B(M)$ ne dépendent pas de z.

1. Écrire les équations de Maxwell dans le vide en l'absence de charges et de courants.
2. Ecrire les 8 relations portant sur les composantes E_r et B_θ obtenu à partir des équations de Maxwell et des champs considérés ci-dessus.
3. En utilisant les relations de la question II.2, montrer que $E(M)$ et $B(M)$ ne dépendent pas de θ.
4. Montrer également d'après les relations de la question II.2 que les amplitudes des champs peuvent s'écrire sous la forme $E(M) = \dfrac{A_1}{r}$ et $B(M) = \dfrac{A_2}{r}$, où A_1 et A_2 sont des constantes.
5. Toujours d'après la question II.2, calculer les deux relations que l'on peut obtenir entre les composantes E_r et B_θ des champs (on éliminera les termes indépendants du temps), en déduire une relation liant k, ω et c.

N.B. On rappelle qu'en coordonnées cylindriques on a :

$$\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{E} = \left(\frac{1}{r}\frac{\partial E_z}{\partial \theta} - \frac{\partial E_\theta}{\partial z}\right)\overrightarrow{u_r} + \left(\frac{\partial E_r}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial r}\right)\overrightarrow{u_\theta} + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial (rE_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial E_r}{\partial \theta}\right)\overrightarrow{u_z}$$

$$\text{div}\overrightarrow{E} = \frac{1}{r}\frac{\partial (rE_r)}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial E_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$$