FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

ÉPREUVE SEMESTRIELLE

UNITÉ : PHYSIQUE VI – ÉLECTROMAGNETISME.
DURÉE : 02 HEURES.

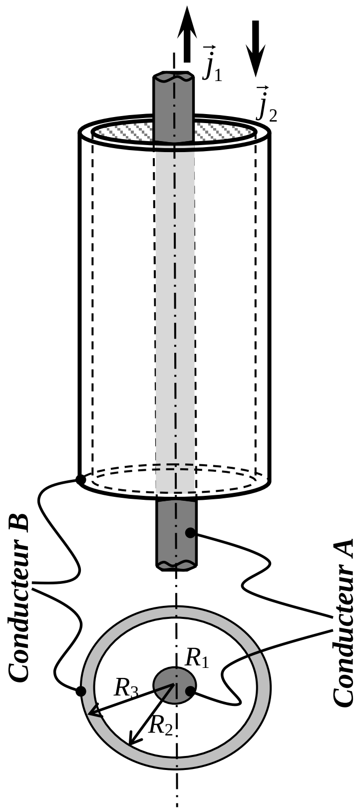

FIGURE 1.

EXERCICE 01: (08 *points*)

1. Rappeler l'expression du théorème d'Ampère sous sa forme intégrale et locale.
2. Montrer que le théorème d'Ampère n'est valable qu'en régime stationnaire.
3. En utilisant le théorème d'Ampère, calculer le *vecteur* champ magnétique $\vec{B}$ en tout point de l'espace créé par un conducteur cylindrique droit de rayon R et de longueur infinie, parcourue par une densité volumique de courant constante $\vec{j} = j.\vec{e}_z$ (OZ étant l'axe du cylindre).

Un câble coaxial est constitué par un conducteur cylindrique A, de rayon R_1, entouré par un conducteur externe B occupant le volume compris entre les cylindres de rayons R_2 et R_3 ($R_3 > R_2 > R_1$) ; les trois cylindres sont coaxiaux (Figure 1). Une densité de courant constante $\vec{j}_1 = j.\vec{e}_z$ circule dans le conducteur intérieur, et la densité qui circule dans le conducteur extérieur est aussi constante $\vec{j}_2 = -j.\vec{e}_z$. (j est constante et positive).

4. En examinant la symétrie du problème, déterminer la direction du champ magnétique en un point M de l'espace.
5. Calculer le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ en tout point de l'espace (la distance par rapport à l'axe est notée r).

EXERCICE 02: (12 *points*)

1. Rappeler la forme locale des équations de Maxwell dans le vide en absence de charges et de courants.
2. En déduire les équations de propagation des champs électrique $\vec{E}$ et magnétique $\vec{B}$.

Une onde électromagnétique plane progressive et monochromatique se propage dans le vide dépourvus de charges et de courants suivant la direction $\vec{e}_x$. le module de son vecteur d'onde est donné par $k = 2\pi/\lambda$ te sa pulsation est notée ω. Cette onde possède une polarisation *circulaire gauche* d'amplitude E_0.

3. Donner l'expression du champ électrique en notation réelle $\vec{E}_1$ puis complexe $\overrightarrow{\mathscr{E}}_1$.
4. Calculer l'expression réelle $\vec{B}_1$ et complexe $\overrightarrow{\mathscr{B}}_1$ du champ magnétique associé à cette onde.
5. Montrer que le vecteur de Poynting $\vec{P}_1$ de cette onde est constant.

   Cette onde *se réfléchit* normalement au point O ($x = 0$) sur la surface d'un conducteur parfait.
6. En écrivant la continuité de la composante tangentielle du champ électrique au point O sous la forme $\vec{E}_1(x=0)+\vec{E}_2(x=0)=\vec{0}$. trouver l'expression du champ électrique associé à l'onde réfléchie, en notation réelle $\vec{E}_2$ et complexe $\overrightarrow{\mathscr{E}}_2$.
7. Quelle est l'état de polarisation de l'onde réfléchie ?
8. Quelle est l'expression du champ magnétique associé à l'onde réfléchie, en notation réelle $\vec{B}_2$ et complexe $\overrightarrow{\mathscr{B}}_2$?
9. Déterminer le champ électrique et magnétique de l'onde *résultante* (en notation complexe ($\overrightarrow{\mathscr{E}}, \overrightarrow{\mathscr{B}}$), puis en notation réelle($\vec{E}$, $\vec{B}$)).
10. Déterminer le vecteur de Poynting $\vec{P}$ de l'onde résultante. Que peut-on en conclure ?