

Session de rattrapage 2024

I-Questions de cours :

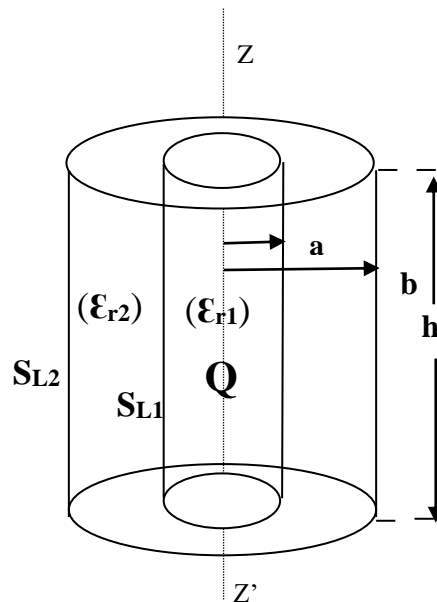
- 1) Rappeler les caractéristiques d'un matériau ferromagnétique dur et un matériau ferromagnétique doux. Préciser leurs domaines d'application.
- 2) Donnez l'expression de la densité volumique  $w_{em}$  de l'énergie associée à une onde électromagnétique plane. Montrer qu'il y a équipartition de l'énergie entre les formes électrique et magnétique.

II- Milieux diélectriques

Un diélectrique parfait **MD1**, de permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r1}$ , de forme cylindrique, de rayon **a**, de hauteur **h** et de surface latérale **SL1**, est entouré d'un deuxième diélectrique parfait **MD2** de permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r2}$ , de même forme et de même hauteur, limité par la surface latérale interne **SL1** de rayon **a** et la surface latérale externe **SL2** de rayon **b**.

Le volume du milieu diélectrique **MD1** contient une charge électrique réelle **Q**, répartie avec une densité volumique  $\rho$  uniforme. Sous l'action du champ électrique créé par cette charge :

- le milieu (**MD1**) développe une polarisation de la forme : 
$$\vec{P}_1(M) = \frac{(\epsilon_{r1} - 1)Q}{2\pi\epsilon_{r1} h a^2} r \cdot \vec{e}_r$$
- le milieu (**MD2**) développe une polarisation de la forme : 
$$\vec{P}_2(M) = \frac{(\epsilon_{r2} - 1)Q}{2\pi\epsilon_{r2} h r} \cdot \vec{e}_r$$



- 1) En étudiant l'invariance et la symétrie de la distribution de charge, montrer que le champ et l'induction électrique total sont de la forme :

$$\vec{E}_{tot}(M) = E_{tot}(r) \cdot \vec{e}_r \quad ; \quad \vec{D}_{tot}(M) = D_{tot}(r) \cdot \vec{e}_r$$

- 2) **a-** Calculer les champs électriques  $\vec{E}_{1,tot}(M)$  à l'intérieur du milieu **MD1** et  $\vec{E}_{2,tot}(M)$  à l'intérieur du milieu **MD2**.
- b-** En déduire les champs d'induction électrique  $\vec{D}_{1,tot}(M)$  et  $\vec{D}_{2,tot}(M)$  à l'intérieur des deux milieux diélectriques.
- 3) Déterminer les densités volumiques et surfaciques de charge électrique de polarisation.
- 4) **a-** Calculer les charges de polarisation correspondantes.
- b-** Vérifier que la charge de polarisation totale est nulle.
- 5) **a-** Etablir les expressions des densités volumiques d'énergie électrostatique  $w_1$  et  $w_2$  emmagasinées respectivement dans le milieu (**MD1**) et (**MD2**).
- b-** Calculer les énergies électrostatiques  $W_1$  et  $W_2$  correspondantes.

**Rappel :**

- En coordonnées cylindriques, la divergence d'un champ de vecteurs  $\vec{A}(M)$ , en un point  $M(r, \theta, z)$  de l'espace, est donné par l'expression :

$$\text{div}.\vec{A}(M) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r.A_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

=====