

***PARTIEL DE PROPRIETES ELECTROMAGNETIQUES DE LA MATIERE***  
*(durée 1h30)*

I. QUESTION DE COURS :

- 1 Un milieu uniformément polarisé peut être décrit par une distribution de charges, quelle est la relation que vérifient la distribution de charges et la polarisation ? Par quelle distribution de charges peut on décrire un cylindre polarisé uniformément le long de son axe ?
- 2 Donnez les différents mécanismes de polarisation que l'on peut rencontrer dans les milieux matériels.

II. CYLINDRE CONDUCTEUR DANS UNE GAINE DIELECTRIQUE :

Considérons un cylindre conducteur de rayon  $a$  et de longueur supposée infinie avec une distribution surfacique de charges  $\sigma$  uniforme sur sa surface latérale ; il est entouré par une gaine diélectrique de diamètre extérieur  $2b$ .

- 1 Énoncez le théorème de Gauss dans un milieu matériel.
- 2 Exprimez le vecteur  $\mathbf{D}$  à l'aide du théorème de Gauss pour  $r < a$ ,  $a < r < b$  et  $r > b$ , où  $r$  est la distance par rapport à l'axe.
- 3 Le matériau diélectrique constituant la gaine peut être caractérisé par sa permittivité absolue  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ , le milieu extérieur ( $r > b$ ) pouvant être assimilé au vide (permittivité  $\epsilon_0$ ), exprimez le champ électrique  $\mathbf{E}$  ainsi que la polarisation  $\mathbf{P}$  dans tout l'espace.
- 4 Sachant qu'en coordonnées cylindriques  $\mathbf{grad} = \partial/\partial z \mathbf{e}_z + \partial/\partial r \mathbf{e}_r + 1/\rho \partial/\partial \theta \mathbf{e}_\theta$ , exprimez le potentiel dans tout l'espace sachant qu'il est nul à la distance de l'axe  $r=r_0 > b$ . On utilisera notamment la continuité du potentiel pour déterminer les constantes..
- 5 Quelle est la capacité du cylindre conducteur par unité de longueur ?

### III. SPHERE LHI DANS UN CHAMP UNIFORME :

Considérons une sphère de rayon  $R$  plongée dans un champ électrique uniforme  $\mathbf{E}_a$ , orienté suivant  $\mathbf{e}_z$ .

- 1 Après avoir rappelé la signification du sigle « milieu *LHI* », donnez la relation qui lie les champs macroscopiques *vecteur polarisation volumique* et *vecteur champ électrique* à l'intérieur du milieu..
- 2 On peut montrer, *mais cela n'est pas demandé dans le cadre de cet exercice*, que la réponse  $\mathbf{E}_m$  de la sphère polarisée est donnée par :

$$\mathbf{E}_m = -\mathbf{P}/3\epsilon_0 \quad \text{pour } r < R$$

$$\mathbf{E}_m = (R^3/3\epsilon_0)[3(\mathbf{P}\cdot\mathbf{e}_r)\mathbf{e}_r - \mathbf{P}]/r^3 \quad \text{pour } r > R$$

Etablissez en fonction de  $\mathbf{E}_a$  et de la susceptibilité diélectrique  $\chi_e$  les expressions des vecteurs *champ électrostatique*, *polarisation volumique* et *excitation (déplacement) électrique*, à l'intérieur et à l'extérieur de la sphère.