

Examen de rattrapage - Juillet 2023  
(Durée 1 heure 30)

---

**-I- Questions de cours :**

- 1) Rappeler les deux équations de Maxwell, en milieu diélectrique linéaire, homogène et isotrope, de permittivité diélectrique absolue  $\epsilon$  et de perméabilité magnétique  $\mu_0$ , qui couplent champ électrique et champ magnétique.
- 2) Montrer que les champs électrique  $\vec{E}(M, t)$  et magnétique  $\vec{B}(M, t)$  obéissent, chacun, à une équation de propagation que l'on déterminera.
- 3) Définir et expliquer l'utilité de la jauge de Lorentz en électromagnétisme.

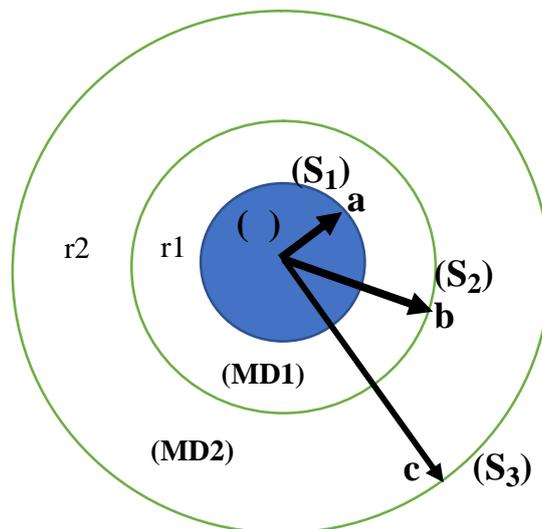
**-II-**

Une charge réelle volumique  $Q$ , distribuée avec une densité... uniforme dans un volume sphérique ( $S_1$ ) de centre  $O$  et de rayon  $a$ , est entourée par deux milieux diélectriques linéaires, homogènes et isotropes (voir figure):

-Le milieu diélectrique **MD1**, de permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r1}$ , limité par les surfaces sphériques ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) de rayon  $b$ .

-Le milieu diélectrique **MD2**, de permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r2}$ , limité par les surfaces sphériques ( $S_2$ ) et ( $S_3$ ) de rayon  $c$ .

Les deux milieux sont polarisés sous l'influence du champ électrique créé par la distribution de charge réelle.



- 1) Etudier l'invariance et la symétrie de la distribution de charge.
- 2) Déterminer les champs  $\vec{D}(M)$  et  $\vec{E}(M)$  en tout point  $M$  de l'espace, par application du théorème de Gauss généralisé.

- 3) Dédurre le champ dépolarisant  $\vec{E}_d(M)$  créé en tout point de l'espace situé en dehors de la sphère ( $S_1$ ).
- 4) Déterminer les expressions des vecteurs polarisation  $\vec{P}_1(M)$  et  $\vec{P}_2(M)$  respectivement des milieux **MD1** et **MD2**.
- 5) **a-** Calculer les densités des charges de polarisation équivalentes aux deux milieux diélectriques dans le vide.  
**b-** Calculer les charges fictives correspondantes.
- 6) Représenter le schéma équivalent aux milieux **MD1** et **MD2** dans le vide.
- 7) Calculer les énergies électrostatiques  $W_{e1}$  et  $W_{e2}$  emmagasinées respectivement dans les milieux **MD1** et **MD2**.

-----

**Rappel : En coordonnées sphériques, l'expression de la divergence d'un champ de vecteurs  $\vec{A}(M)$  s'écrit :**

$$div.\vec{A}(M) = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 A_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (A_\theta \sin \theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi}$$

-----