UNIVERSITE PAUL SABATIER TOULOUSE III

Licence de Sciences Physiques et Chimiques 2005/2006
L3

Partiel d'électromagnétisme dans la matière

Durée 1h30 - Tous documents interdits

Question de cours :
Polarisation d'un gaz de molécules polaires sous faible pression:

1 Donnez les différentes contributions à la polarisation d'un gaz de molécules polaires sous faible pression. Exprimer la polarisabilité totale.
2 Exprimez la polarisation pour un tel gaz de densité N molécules /m^3 en fonction du champ électrique local, puis du champ macroscopique.
3 Donnez la relation qui relie la permittivité relative et la polarisabilité.

Exercice 1

Deux plaques conductrices, parallèles et supposées infinies dans les directions y et z, sont placées en $x = -d$ et $x = +d$. L'espace entre-elles contient un milieu diélectrique, dont la permittivité varie spatialement selon :

$$\varepsilon = \frac{4\varepsilon_0}{\left(\frac{x}{d}\right)^2 + 1}$$

Les plaques sont chargées en surface avec une distribution de charges σ_{ex} telle que la différence de potentiel entre les armatures prend la valeur V_0

1. Par des arguments d'invariances et de symétries, montrez que le vecteur déplacement électrique **D** dans le diélectrique ne dépend que de la variable x et qu'il est dirigé suivant $\mathbf{e_x}$.
2. Enoncez le théorème de Gauss dans un MILIEU MATERIEL. Sachant que **D** est nul en dehors des armatures, montrez qu'il est constant entre les armatures ; vous donnerez son expression en fonction de σ_{ex}. Exprimez alors le champ électrique **E** en fonction de D, d et x.
3. En déduire l' expression du potentiel électrique, *V(x)* entre les deux plaques conductrices ; on prendra l'origine du potentiel en x = -d
4. Exprimez le vecteur « polarisation volumique » ***P***, ainsi que la densité volumique de charges de polarisation, ρ_{int}.

Exercice 2

Considérons un condensateur sphérique dont l'espace entre les armatures est rempli par un milieu diélectrique non-homogène dont la permittivité suit la dépendance radiale suivante :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \frac{1}{r^2}.$$

ε_1 et ε_2 sont deux constantes telles que $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$. Les armatures externe et interne , de rayon respectif b et a sont chargées respectivement avec une charge totale –Q et +Q.

1. Enoncez les formes locale et intégrale du théorème de Gauss pour les milieux matériels . Appliquez le aux trois régions mentionnées ci-dessus : $r < a$, $a < r < b$ et $r > b$.
2. En déduire le champ électrique dans le milieu matériel.
3. Calculez la différence de potentiel entre les armatures. Indication : dans le calcul du potentiel, le changement de variable $x = (\varepsilon_1/\varepsilon_2)^{1/2}\, r$ est suggéré. En outre, on rappelle que $\int_a^b \frac{dx}{1+x^2} = \left[\tan^{-1} x\right]_a^b$.
4. Donnez la capacité C du condensateur ainsi chargé.