TD 1 (propriétés diélectriques des polymères)

EXERCICE 1:

L'espace entre les armatures d'un condensateur plan est remplie par un diélectrique LHI. de permittivité relative ε_r. Les armatures distantes de d, sont soumises à une ddp variable pour maintenir la charge du condensateur constante, soit σ_ℓ la densité surfacique des charges libres de l'armature positive et Oz l'axe orthogonal aux armatures.

1- Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}_0$ créé par les charges libres entre les armatures en l'absence de diélectrique puis le champ électrique macroscopique $\vec{E}$ en présence du diélectrique.

2- En déduire le vecteur polarisation $\vec{P}$.

3- Calculer les densités de charges de polarisation et le champ dépolarisant $\vec{E}_p$.

4- Que deviennent le vecteur polarisation $\vec{P}$ et les charges de polarisation si l'espace entre les armatures est rempli d'un diélectrique linéaire de permittivité absolue $\varepsilon(z)=\varepsilon_o(1 + \alpha z)$ où α constante positive.

EXERCICE 2:

Un diélectrique L.H.I., de permittivité absolue ε, ayant la forme d'une sphère de rayon R, est polarisé de manière uniforme, sous l'effet d'un champ électrique extérieur uniforme $\vec{E}_0 = E_0\vec{e}_z$. $\vec{e}_z$ est le vecteur unitaire de l'axe Oz vertical ascendant.

1- Calculer en fonction de P, le module du vecteur polarisation, les densités de charges de polarisation en tout point de la sphère. Faîtes une représentation.

2- Donner l'expression du:

a- potentiel $dV_p(M)$ créé en un point M de l'espace par un moment dipolaire électrique élémentaire $d\vec{p} = \vec{P}d\tau$ correspondant à l'élément de volume $d\tau$.

b- potentiel $V_p(M)$ sous forme d'une intégrale et montrer qu'elle se ramène à un calcul de champ électrostatique à déterminer.

3- En déduire le potentiel $V_p(M)$ le champ de polarisation $\vec{E}_p$ en tout point de l'espace.

4- En déduire ***E*** et ***D*** en tout point de l'espace

5- Vérifier la relation de passage entre les 2 milieux, diélectrique et vide

EXERCICE 3

On place sur l'axe Z'Z d'un diélectrique cylindrique LHI de permittivité relative ε_r, creux, de rayons R_1, R_2 et de longueur infinie, un fil conducteur infini chargé uniformément avec une densité de charge linéique λ positive.

1- Quel est l'effet du champ électrique $\vec{E}_0$ crée par le fil infini sur le diélectrique.

2- Déterminer les expressions du vecteur excitation électrique $\vec{D}$, du champ électrique total $\vec{E}$ et celle du champ de polarisation $\vec{E}_p$ en tout point de l'espace.

3- Donner l'expression du vecteur polarisation $\vec{P}$ en fonction de ε_r, λ, et r.

4- Déterminer les densités des charges de polarisation et retrouver $\vec{E}_p$.

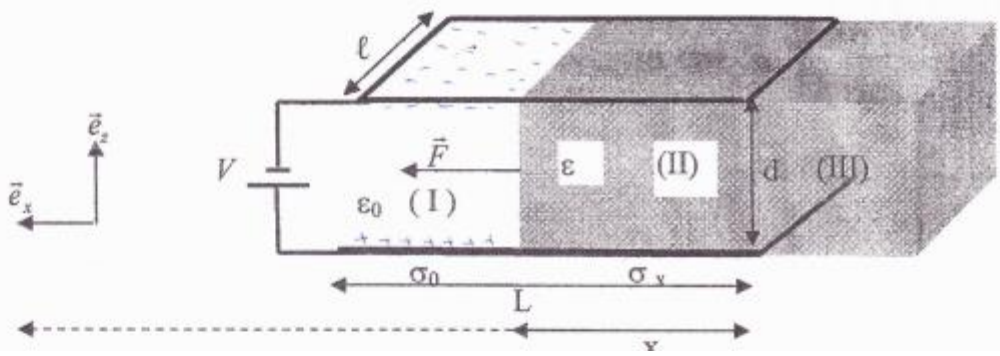
5- Montrer que l'énergie électrostatique W_p, par unité de longueur, nécessaire pour polariser le diélectrique est donné par : $W_p = \dfrac{\lambda^2(\varepsilon - \varepsilon_0)}{4\pi\varepsilon^2} Ln\left(\dfrac{R_2}{R_1}\right)$

TD 1 (propriétés diélectriques des polymères)

EXERCICE4 :

PARTIE A:

On considère un condensateur plan de plaques rectangulaires de surface $S = L.\ell$ distantes de d, et un diélectrique LHI de permittivité absolue $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ de même surface que les plaques et d'épaisseur d, on néglige tout effet de bords. On applique entre les plaques métalliques de ce condensateur une différence de potentiel V constante. Le diélectrique peut glisser à l'intérieur de ce condensateur. Soit x la longueur de la partie introduite du diélectrique entre les plaques (voir figure).



1- Montrer que les champs électriques $\vec{E}_1$ dans le vide (région I) et $\vec{E}_2$ dans la partie du diélectrique introduite dans le condensateur (région II) sont égaux. Donner leur expression en fonction de V et d.

2- a) Déterminer les vecteurs déplacements électriques $\vec{D}_1, \vec{D}_2$ *et* $\vec{D}_3$ dans les 3 régions.

b) En déduire les densités surfaciques de charges libres σ_0 et σ_x portées, respectivement, par la surface métallique inférieure du côté vide (région I) et du côté diélectrique (région II) en fonction de ε_0, ε_r, V, et d.

3) Déterminer le vecteur polarisation $\vec{P}$ et les densités de charges de polarisation dans la région III (partie extérieure du diélectrique)

4- a) Déterminer la charge totale Q de la plaque métallique inférieure.

b) En déduire la capacité du condensateur C en fonction de L, ℓ, x, d, ε_r et ε_0.

5 Déterminer l'énergie électrostatique W du système.

6- Déterminer la force électrostatique exercée par le condensateur sur le diélectrique, sachant que $\vec{F} = \overrightarrow{grad} W$

7- Que deviennent les grandeurs C, W et $\vec{F}$ lorsque le diélectrique rempli complètement l'espace entre les deux plaques du condensateur.

TD 1 (propriétés diélectriques des polymères)

PARTIE B:

Dans la suite on suppose que le diélectrique est un gaz monoatomique non polaire et qu'il rempli complètement l'espace entre les deux plaques du condensateur. On admet que ce diélectrique acquiert une polarisation $\vec{P}$ uniforme, parallèle au champ électrique macroscopique $\vec{E}$.

1- Déterminer le vecteur de polarisation $\vec{P}$ en fonction de $\vec{E}$ et en déduire les densités de charges de polarisation.

2- Déterminer le champ de polarisation $\vec{E}_p$ en un point du diélectrique, en fonction de $\vec{E}$.

3- Donner la définition du champ local $\vec{E}_{loc}$ et déterminer son expression en un point du diélectrique, en fonction de $\vec{E}$ et $\vec{P}$ (relation de Lorentz).

4- En considérant qu'un atome du diélectrique est assimilable à un noyau ponctuel de charge +Ze et à une charge électronique -Ze répartie uniformément sur une sphère de rayon R. Définir le processus de la polarisation électronique de l'atome en présence du champ électrique local $\vec{E}_{loc}$. (On suppose que, sous l'effet du champ local permanent, le nuage électronique reste indéformable mais la charge +Ze subit un déplacement constant $\delta < R$).

5- déterminer la distance δ et la polarisabilité α de l'atome, et exprimer son moment dipolaire induit $\vec{p}$.

6- Etablir la relation dite de Clausius-Mossotti, liant les grandeurs α, ε_0, ε_r et n (nombre d'atomes par unité de volume du diélectrique).

7-Calculer le rayon R de l'atome sachant que la masse molaire est M=28g, sa mase volumique vaut $\rho_v = 1.3 kg/m^3$ et ε_r -1 vaut 6. 10^{-4}.