UNIVERSITE TOULOUSE III **Mars 2008**

Licence Physique-Chimie et Applications

Mention Sciences Physiques et Chimiques-L3

Electromagnétisme de la matière

Partiel (*durée 1h30*)

I. Champ électrique local vu par des molécules polaires orientables dans une lame infinie à faces parallèles. (barème indicatif : 12 pts)

On considère une lame infinie à faces parallèles constituée d'un milieu *l.h.i.*, de constante diélectrique relative ε_r . Le milieu est amorphe et l'épaisseur de la lame est très supérieure à la distance inter-atomique. On introduit dans ce milieu un ensemble de molécules polaires orientables en densité N, telles que celles décrites en (I.). Ces molécules sont sans interaction entre elles et sont en présence d'un champ local que l'on exprimera dans le modèle de Lorentz.

1) Rappeler le *principe* du calcul du champ local $\mathbf{E}_l$ dans le modèle de Lorentz et démontrez son expression en fonction du champ électrique macroscopique **E** et de la polarisation **P**.

Pour les questions 2 et 3, on se place dans le cas limite des hautes températures pour ce qui concerne la polarisation d'orientation.

2) Définir la polarisabilité effective α_{or} des molécules polarisables. Etablir l'équation qui relie la polarisation P et le champ électrique macroscopique **E** en fonction des paramètres du problème.
3) Calculer la nouvelle constante diélectrique relative $(\varepsilon_r)_{total}$ du milieu en prenant en compte les molécules polaires en fonction de N, ε_r et α_{or} . Sachant que $N\,\alpha_{or} << 1$, donner l'expression de $(\varepsilon_r)_{total}$ au premier ordre en $(N\alpha)$ en fonction de N, ε_r et α_{or} .
4) On impose un champ électrique extérieur $\mathbf{E}_{ex}$ perpendiculaire aux faces de la lame, dans le vide. Donner l'expression du champ électrique $\mathbf{E}_{in}$ dans le milieu complet en fonction de $\mathbf{E}_{ex}$, N, p_0, ε_r , ε_0 , kT.

II. Sphère diélectrique dans un champ uniforme. (barème indicatif : 3 pts)

Une sphère de rayon R d'un matériau diélectrique linéaire, homogène et isotrope (*l.h.i.*), de permittivité ε est soumise dans le vide à un champ appliqué $\mathbf{E}_a$ uniforme. On admet que la polarisation volumique **P** est uniforme à l'intérieur. Calculer **P** en fonction de $\mathbf{E}_a$, ε et ε_0 . En déduire le moment dipolaire **p** de la sphère.

III. Polarisation d'orientation. (barème indicatif : 3 pts)

Considérons un ensemble de molécules polaires identiques, localisées et discernables, en équilibre thermique à la température T. La distance entre les molécules les plus proches est suffisante pour que l'on néglige leur interaction. En l'absence de champ électrique, les dipôles sont orientés au hasard. En présence d'un champ électrique E_l, les dipôles de moment dipolaire p_0 s'orientent de telle sorte que la polarisation due à ces molécules soit $P = N\,p_0\,\mathcal{L}(X)$ où N est la densité, $X = p_0\,E_l\,/kT$ et $\mathcal{L}(X) = \coth(X) - (1/X)$.

1) Indiquer la marche à suivre détaillée pour la démonstration de l'expression de P, sans faire les calculs.

2) Donner une expression simplifiée de P pour les basses et hautes températures et énoncer l'interprétation physique simple associée à chacun de ces cas.

IV. Variation de χ_e avec la température. (barème indicatif : 2 pts)

Dans un milieu dilué on peut considérer que le champ local E_l est égal au champ appliqué E_a. Ce milieu contient à la fois des molécules polarisables, en densité n_1, de polarisabilité α_e et des molécules polaires, en densité n_2, de moment dipolaire p_0. La susceptibilité électrique χ_e est mesurée et le résultat est donné sur la figure 1.

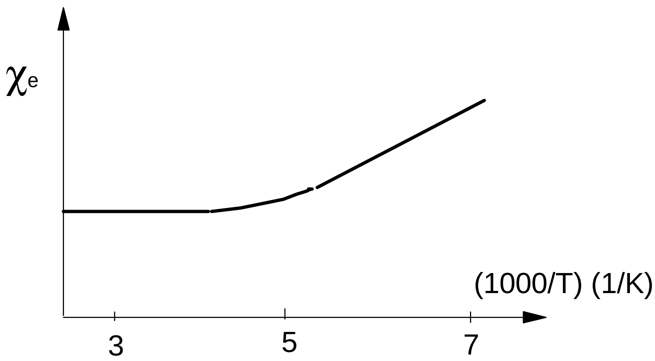

Figure 1

Donner l'expression de χ_e en fonction de ε_0 , kT, α_e , p_0 , n_1 et n_2. En déduire une interprétation du résultat expérimental. Lorsque la température est voisine de 200K, quelle est la relation approchée entre α_e et p_0 ?

…/…