

Épreuve "Électricité 3"
 Module "Physique 7"
 SMP3

Question de cours

1) Rappeler, sans démonstration, les relations de passage des composantes normale et tangentielle du vecteur déplacement électrique \vec{D} à la traversée d'une surface neutre séparant deux diélectriques de permittivités ϵ_1 et ϵ_2 .

2) Rappeler, sans démonstration, les relations de passage des composantes normale et tangentielle du vecteur champ magnétique \vec{B} à la traversée d'une surface (dépourvue de courants libres surfaciques $\vec{J}_\ell^s = \vec{0}$) séparant deux milieux magnétiques de perméabilités μ_1 et μ_2 .

I. **Lame diélectrique l.h.i. dans un champ électrique uniforme**

Une lame diélectrique linéaire, homogène isotrope (l.h.i.), de permittivité $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ et d'épaisseur $2a$, est placée dans le vide où règne un champ électrique uniforme \vec{E}_0 selon les trois cas de figures ci-dessous.

Les faces de la lame sont parallèles au plan yOz . Les faces sont considérées comme des plans infinis (l'un placé en $x = -a$ et l'autre en $x = a$). La lame ne porte pas de charges libres.

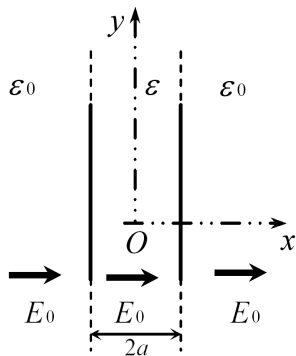


Figure 1.a :
 E_0 normal aux faces

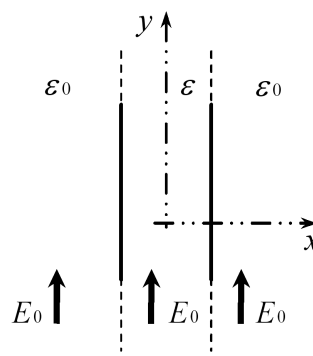


Figure 1.b :
 E_0 parallèle aux faces

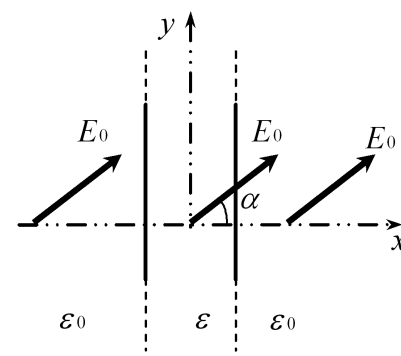


Figure 1.c :
 E_0 faisant un angle α avec Ox

- 1) En utilisant les relations de passage, calculer pour les trois cas de figure :
- Les champs \vec{D} , \vec{E} et le champ dépolarisant \vec{E}_p à l'intérieur de la lame ;
 - Le vecteur polarisation \vec{P} et les densités de charges de polarisation volumique ρ_P et surfacique σ_P qui apparaissent dans la lame en fonction de ϵ_0 , ϵ et \vec{E}_0 .

2) Pour la figure 1.c, déterminer l'angle β que fait le vecteur \vec{P} avec l'axe Ox en fonction de α et ε_r . Comparer les deux angles.

3) Représenter sur un schéma la répartition de l'ensemble des charges de polarisation (en précisant leurs signes) ainsi que les orientations des vecteurs \vec{E} , \vec{E}_p et \vec{P} à l'intérieur de la lame pour les deux figures 1.b et 1.c.

II. Lame magnétique *l.h.i.* dans un champ magnétique uniforme

Une lame mince, à faces parallèles, d'épaisseur e est constituée d'un matériau magnétique linéaire, homogène isotrope (*l.h.i.*) de susceptibilité magnétique χ_m . Elle est placée dans le vide où règne un champ magnétique extérieur uniforme : $\vec{B}_0 = B_{0x} \vec{e}_x + B_{0y} \vec{e}_y$.

La lame acquiert une aimantation uniforme \vec{M} faisant un angle β avec l'axe Ox .

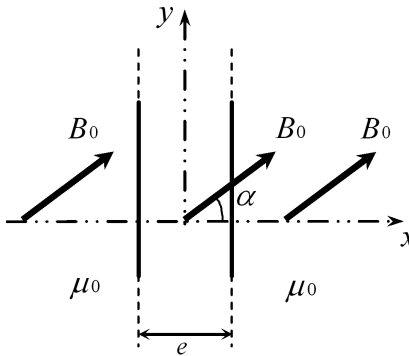


Figure 2

- 1) a) Calculer les champs \vec{B} et \vec{H} (excitation magnétique) à l'intérieur de la lame.
 - b) En déduire l'expression de \vec{M} en fonction de μ_0 , χ_m , B_{0x} et B_{0y} .
 - c) Déterminer une relation liant les angles β et α et comparer les deux angles.
- 2) a) Etudier les cas particuliers $\alpha = 0$ et $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (Ecrire pour chaque cas les vecteurs \vec{B} , \vec{H} et \vec{M}).
 - b) Représenter, pour $\alpha = 0$ et $\alpha = \frac{\pi}{2}$ respectivement, les orientations des champs \vec{B} et \vec{M} à l'intérieur de la lame dans les cas suivants :
 - i) La lame est diamagnétique ;
 - ii) La lame est paramagnétique.
- 3) Déterminer les densités de courants d'aimantation volumiques et surfaciques dans la lame en fonction de μ_0 , χ_m et B_{0y} .