

Expéditeur	nom du fichier	an	école	option	n°épr	n°pb	durée	En/Cor	mots-clés
Rooy	enacp2.doc	95	IENAC		option		1h	En.	électrostatique image diélectrique

II. - Problème d'électrostatique

Milieux diélectriques linéaires en régime stationnaire

Utilisation de la méthode des images

A.-

Une charge ponctuelle q est placée en un point A de l'axe Oz , à la distance a du plan (P) d'équation $z = 0$. (cf. figure II.A). Le plan (P) sépare le demi-espace $z < 0$, constitué d'un milieu diélectrique linéaire homogène et isotrope de permittivité électrique relative ϵ_r , du demi-espace $z > 0$ entièrement vide hormis la charge ponctuelle q en A . Le plan (P) n'est pas chargé.

1.- Rappeler les équations fondamentales auxquelles satisfont, en régime stationnaire, le champ électrique $\vec{E}(M)$, le déplacement électrique $\vec{D}(M)$ et le potentiel électrique $V(M)$ pour M contenu dans les demi-espaces $z > 0$ et $z < 0$, ainsi que les conditions aux limites qu'ils doivent vérifier sur le plan (P) .

2.- Montrer que l'on peut, pour calculer les champs $\vec{E}(M)$ et $V(M)$ dans tout l'espace, se placer dans le vide et y considérer les sources suivantes:

2.1. Dans le demi-espace $z > 0$, la charge q en A et une charge ponctuelle q' , à déterminer, en A' , symétrique de A par rapport à (P) .

2.2. Dans le demi-espace $z < 0$, une charge q'' , à déterminer, placée en A .

En déduire les expressions du champ $\vec{D}(M)$ dans tout l'espace.

3.- Déterminer les charges q' et q'' en fonction de q et ϵ_r .

Contrôler la validité de ces résultats en choisissant, pour ϵ_r , les valeurs $\epsilon_r = 1$ et $\epsilon_r \gg 1$. Interpréter physiquement les résultats correspondants.

4.- En déduire la force $\vec{f}$ qui s'exerce sur la charge q .
Commenter ce résultat selon le signe de q .

5.- Donner une représentation graphique des lignes de champ électrique $\vec{E}(M)$ dans tout l'espace. (On choisira $q > 0$).

6.- Déterminer les charges équivalentes à la polarisation du diélectrique.

B.-

On envisage un dioptré plan (P) d'équation $z = 0$ qui sépare deux milieux diélectriques fluides (1) et (2) non miscibles, linéaires, homogènes et isotropes, de permittivités électriques relatives ϵ_1 et ϵ_2 .

Sur une même normale au plan (P) se trouvent les charges électriques ponctuelles q_1 , au point A_1 , dans le demi-espace $z > 0$, à la distance a_1 , du plan (P) et q_2 , au point A_2 , dans le demi-espace $z < 0$, à la distance a_2 du plan (P) . (Cf. figure II.B.).

1.- En utilisant et en adaptant les résultats de la partie A , déterminer le champ électrique $\vec{E}_1(M)$ et $\vec{E}_2(M)$ (M) pour M contenu respectivement dans les demi-espaces $z > 0$ et $z < 0$.

On fera intervenir les points A'_1 et A'_2 , symétriques de A_1 et A_2 respectivement, par rapport à (P).

2.- En déduire l'expression du déplacement $\vec{D}_1(M)$ et $\vec{D}_2(M)$ respectivement dans les demi-espaces $z > 0$ et $z < 0$.

Vérifier que les champs $\vec{E}_1(M)$ et $\vec{E}_2(M)$, $\vec{D}_1(M)$ et $\vec{D}_2(M)$ satisfont les équations fondamentales et les conditions aux limites en tout point de (P) .

3.- Calculer les forces $\vec{f}_1$ et $\vec{f}_2$ qui s'exercent sur les charges q_1 et q_2 .

4.- Déterminer l'ensemble des charges équivalentes à la polarisation des diélectriques.

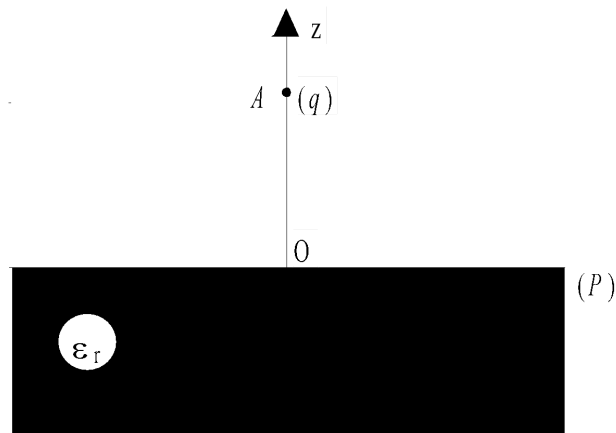


figure II.A.

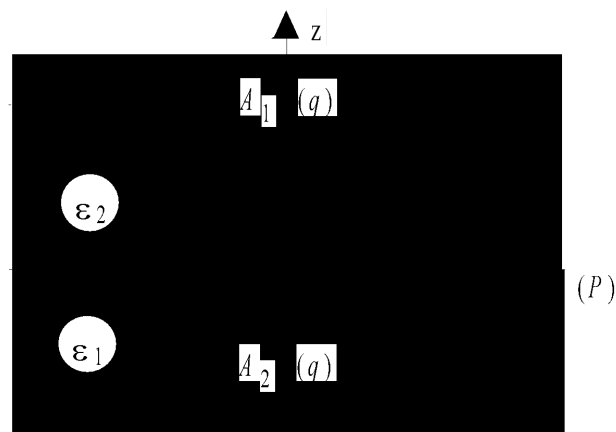


figure II.B.