

## Contrôle Continu Terminal Session 2 du 27 Janvier 2010

Les trois exercices sont indépendants. Seul document autorisé : formulaire distribué. Lire entièrement le sujet avant de commencer. Durée : 2 heures.

## Cours : Propriétés de symétrie du champ électrique

On considère une distribution (D) de charges volumique de densité  $\rho$  constante possédant un plan de symétrie (P). En utilisant le couple de charges élémentaires ( $P, dq_P, P', dq_{P'}$ ) symétriques de part et d'autre du plan de symétrie (P) de la distribution (D) :

- montrer que le champ électrostatique élémentaire  $\vec{dE}$  en tout point M appartenant à (P) se trouve dans le plan (P).

## Exercice 1 : Electrostatique

1) Énoncer le théorème de Gauss.

2) Soit une charge  $Q > 0$  uniformément répartie sur une surface sphérique de rayon  $R$ , de centre  $O$ . Préciser la direction du champ électrique et calculer son intensité en tout point  $M$  de l'espace ( $r < R$  et  $r > R$ ).

3) Déterminer le potentiel électrostatique  $V$  en tout point  $M$ .

4) Comment sont modifiés les résultats des questions 2) et 3) si on considère maintenant une charge  $Q' = -Q$  répartie à la surface. Préciser la nouvelle direction du champ électrique.

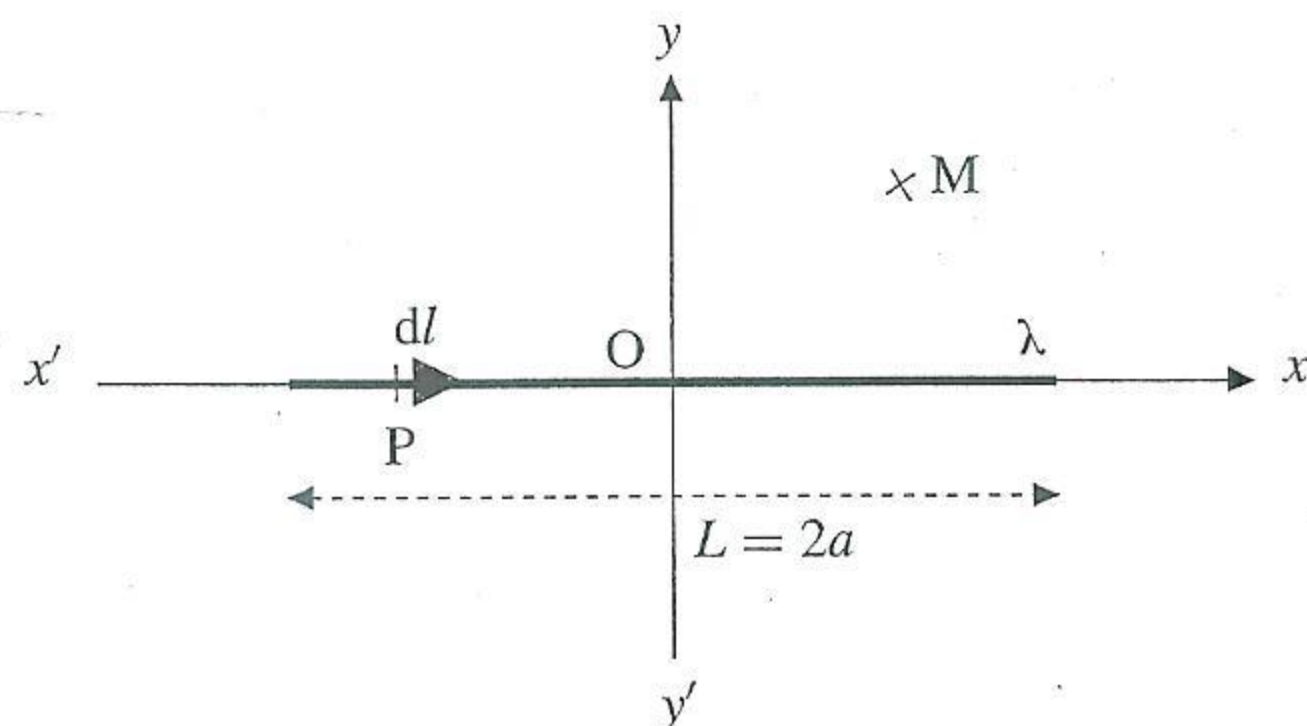
5) On considère maintenant deux sphères de rayons  $R_1$  et  $R_2$  et de centres  $O_1$  et  $O_2$ . On considère  $O_1$  comme l'origine de l'axe des  $x$ . Ces deux sphères portent respectivement de manière uniforme  $+Q_1$  et  $-Q_1$  ( $Q_1 > 0$ ). On pose  $d = O_1O_2$  et  $d > R_1 + R_2$  et  $\vec{O_1M} = x\vec{e}_x$ .

Déterminer l'intensité et la direction du champ électrique total  $\vec{E}_{total} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$  en tout point  $M$  de la demi-droite  $O_1x$ . On considèrera les 4 régions suivantes :

- $x < R_1$
- $R_1 < x < d - R_2$
- $d - R_2 < x < d + R_2$
- $x > d + R_2$

## Exercice 2 : Fil chargé uniformément

Un fil rectiligne, de longueur finie  $L=2a$  et de diamètre négligeable est disposé le long de l'axe  $x'Ox$ , de manière à ce que le point  $O$  soit situé au milieu du fil. Ce fil porte la charge positive  $Q$  uniformément répartie selon la longueur. On étudie le champ électrostatique  $\vec{E}_M$  qu'il crée en un point  $M(x,y)$  du plan  $xOy$ . On donne  $a=0.1$  m et  $Q = 4 \mu\text{C}$ .



- 1) Evaluer numériquement la densité linéique de charge  $\lambda$ .
- 2) Etablir l'expression du champ élémentaire  $d\vec{E}$  créé au point  $M$  par un élément de longueur  $d\vec{l}$  du fil centré sur le point  $P$  repéré par son abscisse  $l$  ( $-a < l < +a$ ).
- 3) Etablir l'expression du potentiel élémentaire  $dV$  créé au point  $M$  par l'élément de longueur  $d\vec{l}$  du fil centré sur le point  $P$ .
- 4) Ecrire les intégrales permettant de calculer les composantes  $E_x$  et  $E_y$  du champ créé par l'ensemble du fil au point  $M$ . On ne cherchera pas à calculer ces intégrales.
- 5) Déterminer  $\vec{E}_M$  dans le cas particulier où la distance  $OM$  est très grande devant  $L$ . Comparer à l'expression du champ dû à une charge ponctuelle en  $O$ . Commenter le résultat.
- 6) On considère maintenant que le fil est infiniment long, cad. que sa longueur  $L$  est bien supérieure à toutes les autres distances intervenant. Quelle sont alors la direction de  $\vec{E}_M$  et son intensité?