

Université de Sherbrooke - Département de physique  
PHQ 220 - Electricité et magnétisme  
Examen écrit du Lundi 14 Février 2005  
Durée: 1 heure 50

Professeure: Karyn Le Hur

L'examen sera noté sur 30 points.

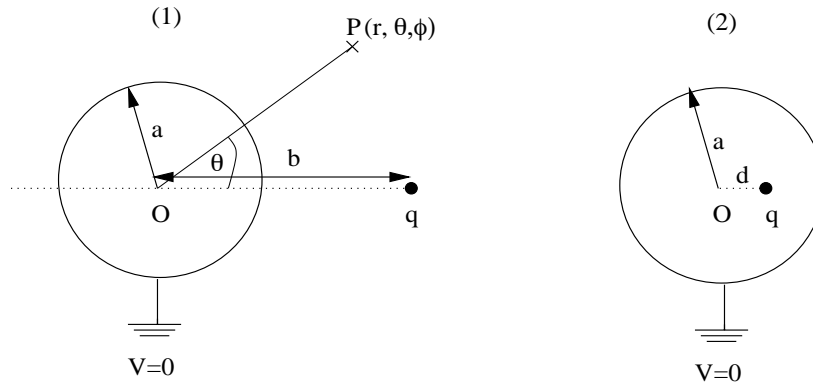
**Question 1 (15 points); temps suggéré = 55 minutes**

**I** L'espace entre deux cylindres métalliques (conducteurs) est rempli d'air ayant une constante diélectrique  $\epsilon_0$ . Les cylindres ont des rayons  $a$  et  $b$  avec  $a < b$ . On place une charge  $Q > 0$  sur la surface du cylindre externe et une charge  $-Q$  sur le cylindre interne. Pour simplifier on prendra la hauteur des cylindres  $L = 1$ .

- a) En utilisant le théorème de Gauss, calculer le champ électrique entre les deux cylindres et en particulier déterminer sa direction. En déduire la différence de potentiel  $V_b - V_a$  entre les deux cylindres.
- b) Quelle est la capacitance  $C$  du système.
- c) Quelle énergie cela a-t-il coûté pour charger le condensateur?

**II** Une charge ponctuelle  $q > 0$  est située à une distance  $b$  du centre d'une sphère conductrice de rayon  $a$ , reliée à la terre; voir figure (1) plus bas

- a) En utilisant la méthode des images, évaluer la position  $d$  et la valeur de la charge d'image  $q' < 0$  modélisant la charge induite sur la surface de l'hémisphère droit.
- b) Discuter les deux cas extrêmes où (i)  $b \rightarrow a$  (ii)  $b \gg a$ .
- c) Que vaut alors le potentiel au point P?



d) Nous considérons maintenant le cas de la figure (2). La charge  $q > 0$  est placée à une distance  $d < a$  du centre de la sphère. Trouver la force électrique agissant sur la charge  $q$  due aux charges négatives induites sur la sphère.

**Question 2 (15 points); temps suggéré = 55 minutes**

I Considérons deux sphères concentriques de rayon  $a$  et  $b > a$  portant une charge respective en surface  $+Q$  et  $-Q$  ( $Q > 0$ ). L'espace entre les deux sphères est rempli d'air possédant une permittivité pouvant être identifiée à  $\epsilon_0$  celle du vide.

- Calculer la capacitance  $C$  du système.
- Quelle énergie a-t-il fallu fournir pour charger le condensateur?
- Si on imagine qu'on puisse, avec un système mécanique complexe ou par chauffage, changer le diamètre de la sphère externe, quel sera le nouveau diamètre  $b'$  de cette dernière si l'on souhaite diminuer la capacitance de 10% ( $Q$  est inchangée).

II Considérons un bon matériau conducteur.

- Expliquer pourquoi dans le volume du matériau la densité volumique de charge obéit à  $\rho = 0$ .
- En déduire que le potentiel électrique  $V$  est partout le même en tout point du conducteur.
- Montrer qu'au voisinage de la surface d'un conducteur, les lignes de champ électrique sont perpendiculaires à la surface du conducteur et que  $\|\vec{E}\| = \sigma/\epsilon_0$  proche de la surface chargée;  $\sigma$  étant la densité de charge sur la surface considérée.