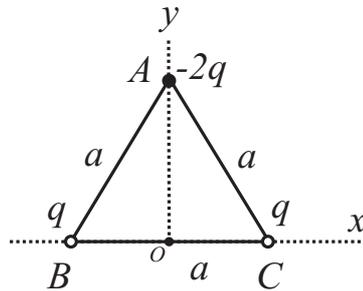


Examen Electromagnétisme le 5 janvier 2009

1. (5 pts) On place trois charges électriques dans le plan xOy , chacune sur un des sommets d'un triangle équilatéral de coté a . Des charges positives, $+q$, sont placées aux coordonnées $(-a/2; 0)$ (point B) et $(a/2; 0)$ (point C). Une charge négative $-2q$ est placée au sommet du triangle (point A).
- (a) Calculer la force sur la charge à la position $(a/2; 0)$.
- (b) Calculer le moment dipolaire, \vec{p} , du système.
- (c) Calculer l'énergie électrostatique, W_e , du système.

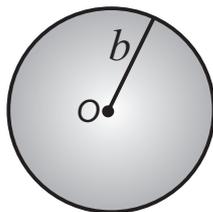


2. (7pts) **Première partie :** On considère une sphère de rayon b rempli d'une densité volumique de charge homogène ρ_0 (voir fig a).
- (a) Trouver le champ électrique, \vec{E} , dans tout l'espace.
- (b) Calculer le potentiel électrique, V , dans tout l'espace.
- (c) Trouver l'énergie électrique W_e de la sphère.

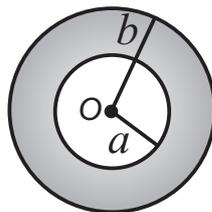
Deuxième partie : On creuse maintenant un trou concentrique de rayon $a < b$ dans la sphère d'origine (voir fig b).

- (d) Trouver le champ électrique, \vec{E} , dans tout l'espace.
- (e) Trouver le potentiel électrique, V , dans tout l'espace.
- (f) Calculer l'énergie électrique W_e de la sphère creuse.

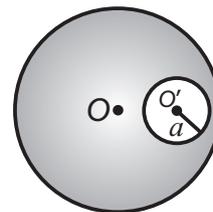
Partie supplémentaire : Calculer le champ électrique, \vec{E} , à l'intérieur d'un trou sphérique non-concentrique avec la sphère d'origine. (c.-à.-d pour des points M tels que $O'M < a$). (voir fig c)



a)



b)

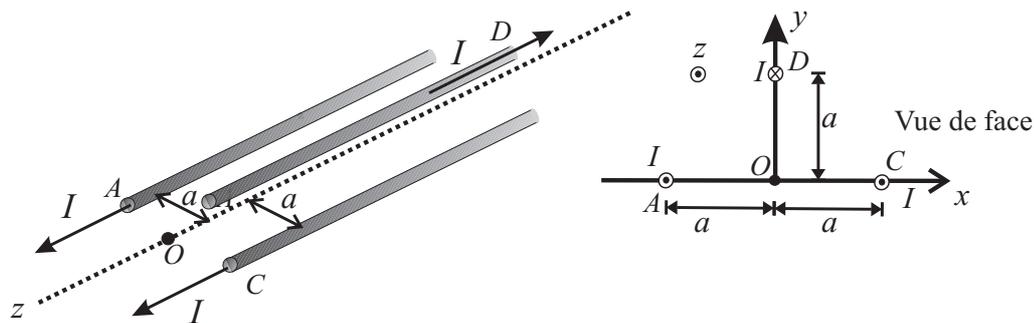


c)

3. (5pts) On considère un cylindre conducteur de rayon a , de longueur $l \gg a$ et de résistivité γ portant un courant I avec une densité de courant, \vec{j} , homogène à l'intérieur du cylindre.
- Trouver le champ \vec{B} dans tout l'espace.
 - Quelle est la résistance du cylindre entre ses deux bouts ?
 - On entoure le cylindre d'une gaine conductrice de rayon $b > a$, de longueur l , d'épaisseur négligeable et portant un courant $-I$. Calculer l'énergie magnétique, W_m , du système (câble coaxial).
 - En déduire l'auto inductance, L , du système décrit en (c).

Faire un des deux exercices suivants :

4. (3 pts) On considère trois fils électriques parallèles portant des courants de même amplitude, I (approximation de fils infinis). On prend l'axe Oz tel qu'il soit parallèle aux trois fils (voir figure). Les courants dans les fils d'axe $(-a; 0)$, (A), et $(a; 0)$, (C), sont dans la direction de \hat{u}_z , alors que le courant dans le fil d'axe $(0; a)$, (D), est dans la direction $-\hat{u}_z$.
- Trouver le champ \vec{B} créé par les fils A et C à la position du fil D.
 - Calculer la force de Laplace par unité de longueur sur le fil D.



5. (3pts) Considérons le système constitué d'un barreau conducteur MN de résistance R , avec MN perpendiculaire aux rails et M et N glissant sur deux rails parallèles séparés par une distance l . Le système est placé dans un champ uniforme \vec{B}_a , perpendiculaire au plan du barreau et des rails. Le circuit est refermé avec un conducteur de résistance négligeable aux extrémités O et P des barreaux, et on considère que la résistance des barreaux est négligeable. Soit $\vec{v} = v\hat{u}_x$ la vitesse de déplacement du barreau.
- Calculer la force électromotrice, $e(t)$, dans le circuit.
 - Calculer le courant, $I(t)$, dans le circuit (spécifier le sens de I).
 - Calculer la force de Laplace sur le barreau.

