

**Examen d'Electromagnétisme PEIP Aix-Marseille Université
15 janvier 2013**

5 problèmes - recto verso / Durée de l'épreuve 2 heures

Calculatrices standards autorisées / Formulaire Page A4 autorisée

1. (4pts) Quatre charges ponctuelles, chacune de $30\mu C$ se trouvent aux positions $P_1 = (4, 0, 0)\text{m}$, $P_2 = (-4, 0, 0)\text{m}$, $P_3 = (0, -4, 0)\text{m}$ et $P_4 = (0, 4, 0)\text{m}$.
 - (a) Trouver le champ électrique (vecteur) à la position $M = (0, 0, 3)\text{m}$.
 - (b) Quelle est la force (vecteur) sur une charge $Q = 100\mu C$ à la position $M = (0, 0, 3)\text{m}$?

2. (6pts) On considère un champ électrique radial, d'expression en coordonnées sphériques :

$$\vec{E}(r, \theta, \phi) = \begin{cases} \frac{C}{\epsilon_0} \hat{r} & r < a \\ \frac{Ca^2}{\epsilon_0 r^2} \hat{r} & r \geq a \end{cases}$$

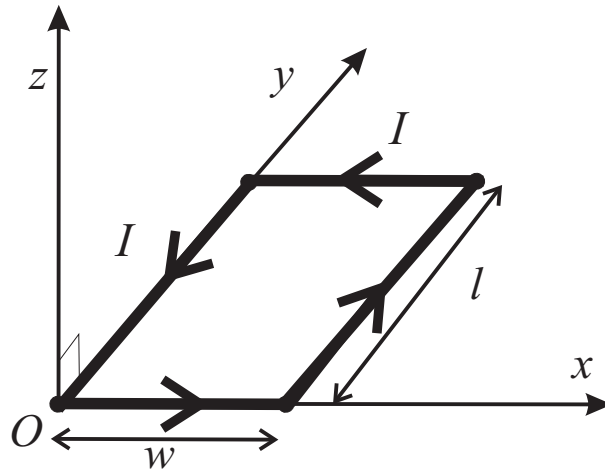
- (a) Rappeler l'énoncé du théorème de Gauss.
- (b) Calculer la charge $Q(r_0)$, contenue dans une boule de rayon $r_0 < a$.
- (c) Calculer la charge totale, $Q(r_0)$, contenue dans une boule de rayon $r_0 > a$. Que peut-on en conclure au sujet de la région $r > a$?
- (d) Quelle est la dimension de la constante C ?
- (e) Déterminer le potentiel électrostatique $V(r)$ avec la convention $V(r \rightarrow \infty) = 0$.
- (f) Bonus : Dédurre la densité volumique de charge, $\rho(r)$ dans la région $r < a$.

3. (4pts) Une surface de $S = 85\text{cm}^2$ dans le plan $z = 0$ est entourée par un conducteur filaire (circuit fermé). Le champ magnétique local est donné par :

$$\vec{B} = B_0 \cos(10^3 t) \left(\frac{\hat{y} + \hat{z}}{\sqrt{2}} \right) \quad (\text{T})$$

- (a) Calculer le flux magnétique, $\Phi(t)$, à travers ce circuit. (A.N. $B_0 = 0,05 \text{ T}$)
 (b) Quelle est la force électromotrice $e(t)$ dans le circuit.
 (c) Si la résistance du circuit est de 10Ω , quel est le courant $I(t)$ induit dans le circuit.
4. (3pts) On considère un circuit en forme de cadre rectangulaire (de dimensions w selon x et l selon y) parcouru par un courant I (entretenu par un générateur) dans le plan $z = 0$. Le champ magnétique ambiant s'écrit :

$$\vec{B}(x) = \hat{z} B_0 \sin\left(\frac{\pi x}{w}\right) \quad (\text{T}) .$$



- (a) Trouver le flux du champ magnétique à travers le cadre, Φ , quand il est à la position indiquée dans la figure (un bord sur l'axe y ($x = 0$) et un autre sur la droite $x = w$).
 (b) On déplace le cadre d'une distance w le long de l'axe x , Trouver le flux magnétique après le déplacement.
 (c) Quel est le travail effectué lors du déplacement ?
5. (3pts) Un proton lancé dans un champ magnétique décrit une orbite circulaire avec une période T . ($m_p \simeq 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$, et $q_p \simeq 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$).
 - On négligera la force de la gravitation devant la force de Lorentz dans l'établissement du principe fondamental de la dynamique.
- (a) Que pouvez-vous en conclure au sujet de l'orientation relative entre la vitesse du proton et le champ magnétique ?
 (b) Exprimer le rayon de l'orbite du proton en fonction de sa masse m_p , de sa charge q_p , de sa vitesse v , et du champ B .
 (c) **A.N.** Quel est le champ magnétique si la période est $T = 2,18\mu\text{s}$?