

Epreuve d'électromagnétisme
Durée : 1h 30 mn

Exercice 1 : Equations de Maxwell dans un milieu

I) $\vec{\nabla} \wedge \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

II) $\vec{\nabla} \wedge \vec{B} = \epsilon\mu \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu \vec{j}$

III) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon}$

IV) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

1. Expliquer l'origine de chaque terme à droite de l'équation **II**).
2. En partant de **I**), **II**) et **III**) retrouver les équations globales correspondant à ces équations locales. Préciser le nom correspondant à chaque équation.
3. Que mesure-t-on par un appareil de mesure, le champ $\vec{B}$ ou l'induction $\vec{H}$? Justifier.
4. Définir ce que sont le vecteur polaire et le vecteur axial, en déduire le type de $\vec{E}$ et $\vec{B}$.
5. Quel est la signification physique du **gradient** d'un champ scalaire (exemple: pression, température, potentiel...)

Exercice 2 : Lames diélectriques

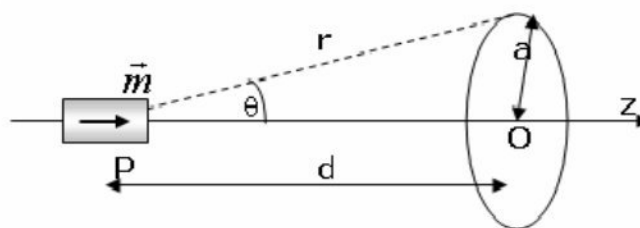
Une lame diélectrique isotope de permittivité ϵ est placée dans le vide et soumise à un champ électrique $\vec{E}_0$, normal à ses faces.

On suppose que :

- l'épaisseur du diélectrique est petite par rapport à ses autres dimensions.
 - Le champ $\vec{E}$ à l'intérieur du diélectrique est parallèle à $\vec{E}_0$.
 - La polarisation $\vec{P}$ est uniforme à l'intérieur du diélectrique.
- 1) En écrivant les conditions de passage à travers les faces du diélectrique, calculer $\vec{E}$ en fonction de $\vec{E}_0$ et de $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$
 - 2) En déduire l'expression de $\vec{P}$ dans le diélectrique ainsi que la densité de charges fictives de polarisation à la surface du diélectrique.
 - 3) Montrer que le champ $\vec{E}$ est la somme du champ $\vec{E}_0$ d'un champ $\vec{E}_P$ dû aux charges de polarisation, que l'on calculera.

Exercice 3 : Magnétostatique

Une bobine $\mathbf{b}$, de centre $\mathbf{O}$ et d'axe (Oz), est constituée de $\mathbf{N}$ spires circulaires de rayon $\mathbf{a}$. elle est fermée sur elle-même; sa résistance $\mathbf{R}$ est son inductance est négligeable. On approche de la bobine un aimant le long de l'axe (Oz), à la vitesse $\mathbf{v}$ constante.



On suppose que le champ crée par l'aimant est le même que celui d'un dipôle magnétique de moment $\vec{m}$, situé en $\vec{P}$, colinéaire à (Oz) ,

On admettra l'expression du potentiel vecteur $\vec{A}(M)$ en un point $\vec{M}$, crée par un dipôle de moment $\vec{m}$ situé en $\vec{P}$:

$$\vec{A}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{m} \wedge \vec{r}}{r^3}$$

Avec $\vec{r} = \overrightarrow{PM}$

1. Donner l'expression de $\vec{A}(M)$ en coordonnée sphérique.
2. Calculer la f.e.m $e = -\frac{d\Phi}{dt}$
3. Calculer le courant i
4. Calculer, en coordonnées sphériques, le champ $\vec{B}$ crée par l'aimant en un point de la bobine
5. Déterminer en fonction de l'angle θ du schéma, la force $\vec{F}$ exercée par l'aimant sur la bobine pour quelle distance d_0 en fonction de a .
6. Pour quelle distance d_0 cette force est elle maximale?
On exprimera d_0 en fonction de a .

Exercice 4 : Circuit électrique

Déterminer le circuit équivalent de Thévenin et de Norton pour le circuit de la figure ci-dessous sachant que les bornes de sortie sont M et N.

1. Déterminer numériquement les caractéristiques complexes du générateur de Thévenin équivalent au réseau entre M et N.
2. En déduire les caractéristiques du générateur de Norton équivalent.

Notations complexes: $Z = A + jB$; $Z_c = -jB$; $Z_L = +jB$, $Z_R = A$; $V = r/\theta$.

