Chapitre 2

Electromagnétisme dans les milieux

- Introduction

Dans les milieux tels que le vide, les métaux où les plasmas, les densités de charges ρ qualifiés à densités des charges libres et densités des charges liées

$$\rho = \rho_{libre} + \rho_{liées}$$

ρ_{libre}: La valeur moyenne de densités des charges libres ainsi que de la charge des ions libres éventuels présentes dans le milieu

$\rho_{liées}$: La valeur moyenne de densités des charges liées (électron et proton)présentes à l'intérieur des atomes neutres du milieux

- De même façon pour la densité du courant

$$\vec{J} = \vec{J}_{libre} + \vec{J}_{liée}$$

- Equation de maxwell dans les milieux

Les expressions des densités correspondantes conduisent à reformuler les équations de Maxwell en introduisant de nouveaux champ

$\overrightarrow{D}$ et $\overrightarrow{H}$

Si en définit:

$$\overrightarrow{D} = \varepsilon_0\vec{E} + \overrightarrow{p}$$

- Où $\vec{p}$ est la polarisation (où densité de moment dipolaire)

$$\rho_{liées} = -div\vec{p}$$

$$\vec{p} = \sum_i q_i \vec{r}_i$$

$\vec{r}_i$: La distance de la charge q_i au centre de l'atome.

À l'ordre le plus bas du développement

$$div\vec{D} = \rho_{libre}$$

- Démonstration

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$= \frac{1}{\varepsilon_0}(\rho_{libres} + \rho_{liées})$$

$$= \frac{\rho_{libres}}{\varepsilon_0} + \frac{\rho_{liées}}{\varepsilon_0}$$

On sait que

$$\rho_{liées} = -\vec{\nabla}.\overrightarrow{p}$$

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = \frac{\rho_{libres}}{\varepsilon_0} - \frac{\vec{\nabla}.\overrightarrow{p}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{\nabla}.\left[\vec{E} + \frac{\vec{p}}{\varepsilon_0}\right] = \frac{\rho_{libres}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{\nabla}.\left[\varepsilon_0\vec{E} + \vec{p}\right] = \frac{\rho_{libres}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{\nabla}.\overrightarrow{D} = \rho_{libres}.$$

- Et si on définit:

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \overrightarrow{M}$$

Où $\overrightarrow{M}$ la densité de dipôle magnétique

$$\overrightarrow{M} = \frac{1}{\Delta V} \sum_i \overrightarrow{m_i}$$

ΔV : volume infiniment petit entourant un point donné

$\overrightarrow{m_i}$:moment magnétique d'une molécule individuelle ou atome

$$\sum_i \overrightarrow{m_i} = \sum_i q_i \vec{r_i} \wedge \vec{v_i}$$

- On obtient

$$\overrightarrow{rot}\vec{H} = \overrightarrow{J_{libre}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

- Les deux autres équations de maxwell restent inchangées.
- Alors les équations de maxwell dans les milieux:
  - $div\vec{D} = \rho_{libre}$
  - $div\vec{B} = 0$
  - $\overrightarrow{rot}\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
  - $\overrightarrow{rot}\vec{H} = \overrightarrow{J_{libre}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$