Chapitre

3

Milieux magnétiques

Rappel

Le moment magnétique est défini par la règle du tire-bouchon, il vaut $\vec{\mu} = I\vec{S}$

3.1 Introduction

Le moment magnétique des édifices est la somme des moments magnétiques orbitaux et de spin de leur constituants .

Astuce
Il est essentiellement du aux électrons célibataires.

Définition 1.1 : Milieu diamagnétique

Il n'y a pas de moment magnétique permanent. Avec un champ magnétique appliqué, il y a un moment induit.

Définition 1.2 : Milieu paramagnétique

Il n'y a pas d'aimantation tant qu'on applique pas de champ magnétique. Dans ce cas, les moments sont selon le champ appliqué.

Définition 1.3 : Milieu ferro-magnétique

Il y a une aimantation même en l'absence de champ appliqué

Rédigé par PAULHENRY SAUX
Université Paul Sabatier · L2 PS

3.2 Aimantation

3.2.1 Vecteur aimantation volumique

Définition 2.1 : Vecteur aimantation volumique

$$\delta\overrightarrow{\mu} = \overrightarrow{M}\delta v \iff \mathrm{d}\overrightarrow{\mu} = \overrightarrow{M}\mathrm{d}v$$

avec $\overrightarrow{M}$ le vecteur d'aimantation volumique, densité volumique de moment dipolaire magnétique. C'est une grandeur macroscopique.

3.2.2 Potentiel vecteur et champ magnétique crées par un milieu aimanté

Définition 2.2 : Potentiel vecteur $\overrightarrow{A_m}$

$$\overrightarrow{A_m}(\overrightarrow{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\iiint_V \frac{\overrightarrow{M}(\overrightarrow{r'}) \wedge (\overrightarrow{r} - \overrightarrow{r'})}{||\overrightarrow{r'} - \overrightarrow{r}||}\mathrm{d}v'$$

Définition 2.3 : Densité volumique de courant

$$\overrightarrow{j_M} = \overrightarrow{\mathrm{rot}}(\overrightarrow{M})$$

en volume

$$\overrightarrow{j_{S,M}} = \overrightarrow{M} \wedge \overrightarrow{n_{ext}}$$

à la surface

Théorème 2.1 : Relation locale $\overrightarrow{A_m}$ et champ magnétique

$$\overrightarrow{B_m} = \overrightarrow{\mathrm{rot}}\overrightarrow{A_m}$$

3.2.3 Interprétation

Définition 2.4 : Densité surfacique de courant

$$j_{S,M}(P) = M(P)$$

et

$$\overrightarrow{j_{s,M}}(N) = \overrightarrow{M}(N) \wedge \overrightarrow{n_{ext}}(N)$$

3.3 Excitation magnétique

3.3.1 Équation de maxwell dans un milieu magnétique (statique)

On a

- $\mathrm{Div}\,\overrightarrow{B} = 0$
- $\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\overrightarrow{B} = \mu_0 \overrightarrow{j_{total}}$

Il y a 2 termes : $\overrightarrow{j_{total}} = \overrightarrow{j_{libre}} + \overrightarrow{j_M}$

Définition 3.1 : Excitation magnétique H

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

et

$$\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\overrightarrow{H} = \overrightarrow{j_{libre}}$$

3.3.2 Théorème d'Ampère

Théorème 3.1 : Théorème d'Ampère

$$\oint_C \overrightarrow{H} \cdot \overrightarrow{\mathrm{dl}} = I_{libre,enlac}$$

I est algébrique

Théorème 3.2 : Relation de passage

$$\overrightarrow{n_{12}} \cdot (\overrightarrow{B_2} - \overrightarrow{B_1}) = 0$$

$$\overrightarrow{n_{12}} \wedge (\overrightarrow{H_2} - \overrightarrow{H_1}) = \overrightarrow{j_{s,libre}}$$

3.4 Milieux magnétiques, LHI

3.4.1 Susceptibilité χ_M

2 définitions co-existent :

- $\overrightarrow{M} = \chi_M \overrightarrow{H}$: Intéret : H est controlé expérimental
- $\overrightarrow{M} = \chi_m^* \frac{\overrightarrow{B}}{\mu_0}$

3.4.2 Perméabilité

Définition 4.1 : Perméabilité

$$\overrightarrow{B} = \mu_0 \mu_r \overrightarrow{H} = \mu \overrightarrow{H}$$

avec la Perméabilité, relative et absolue

Comme il y a 2 définitions, il y a 2 liens :

Définition 4.2 : Expression de μ_r

$$\mu_r = 1 + \chi_m = \frac{1}{-X_m^*}$$

, donc

$$\chi_m = \frac{\chi_m^*}{1 - \chi_m^*}$$