

LP 46 Propriétés macroscopiques des corps microscopiques

Etienne

April 15, 2019

Contents

0.1	Introduction	2
1	Aimantation	2
1.1	Vecteur aimantation	2
1.2	Relation aimantation-champ \vec{B}	2
1.3	Susceptibilité du champ magnétique	2
2	Etude expérimentale d'un ferromagnétique	2
2.1	Modèle du tore magnétique	2
3	Interprétation	3
4	Applications	3
5	Conclusion	3

0.1 Introduction

propriétés des ferros. Existence de nombreuses applications.

1 Aimantation

1.1 Vecteur aimantation

définition :

$$\vec{M} = \frac{\sum \vec{m}_i}{dV}, \quad (1)$$

unités. On peut définir une densité volumique de courant d'aimantation :

$$\vec{j}_m = \text{rot} \vec{M}, \quad (2)$$

Expérience bobine et aimant : en faisant passer un courant dans la bobine on génère un champ magnétique qui perturbe la boussole.

On va maintenant chercher à établir le lien entre aimantation et champ magnétique.

1.2 Relation aimantation-champ \vec{B}

$$\text{rot} B = \mu_0(j_m + j_a) = \mu_0(\text{rot} M + j_a) \quad (3)$$

On définit alors

$$H = \frac{B}{\mu_0} - M \quad (4)$$

tel que

$$\text{rot} \vec{H} = \mu_0 \vec{j}_a \quad (5)$$

On a donc une relation cyclique entre champ et aimantation : l'un agit sur l'autre et inversement.

...

1.3 Susceptibilité du champ magnétique

def : $M = \chi_m H$

$H = B/\mu_0 - M = B/\mu_0 - \chi_m H \Rightarrow B = \mu_0(1 + \chi_m)H = \mu_0 \mu_r H$ et de même $M = (\frac{1}{\mu_0} - \frac{1}{\mu_0 \mu_r})B$

Ordres de grandeurs : ferro cas du fer $\mu_r \simeq 5.10^5$, mimetal $\mu_r \simeq 3.10^4$

2 Etude expérimentale d'un ferromagnétique

2.1 Modèle du tore magnétique

On considère N spires parcourues par un courant I, générant un champ $\vec{B} = B\vec{e}_\theta$ (dont on calcule l'expression : $B = \frac{\mu_0 N I}{l}$ où $l = 2\pi R$ avec R le rayon du tore).

$$\vec{H} = \frac{B}{\mu_0} \propto I \vec{e}_\theta.$$

Manip : Courbe de première aimantation + cycle d'hystérésis

Présentée dans le **Quaranta** tome IV *Électricité et applications* à la partie transformateurs p582.

Notion de coercitivité. Calcul de la puissance :

$$P = ui \quad (6)$$

$$u = RI - e_1 \quad (7)$$

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi_1}{dt} \quad (8)$$

$$P = Ri^2 + Nsi \frac{dB}{dt} \quad (9)$$

$$\bar{P} = RI^2 + \frac{\rho s}{T} \int H dB \quad (10)$$

3 Interprétation

Domaines de Weiss, vérif microscope, taille des domaines, notion de parois de Block.

Interprétation de la courbe d'hystérésis avec des schémas illustrant les domaines de Weiss.

4 Applications

Disque dur magnétique.

5 Conclusion

Énorme intérêt pratique de ces matériaux.

Questions

Au vu du titre de la leçon, pourquoi commencer par parler des relations constitutives ?

Que se passe t-il si on met un diamagnétique ou un paramagnétique pour l'expérience de la boussole, qu'aurait on observé ?

Rien.

Pourquoi utiliser le modèle du tore magnétique ?

Parce qu'il permet de contrôler H.

Pourquoi le ferro canalise t-il les lignes de champs dans la manip ?

Condition de passage du champ : B est nul à l'extérieur au départ, et B_\perp étant continu, le champ

va s'aligner selon la direction du barreau.

Comment faut-il feuilleter les matériaux pour la manip ?

Dans la longueur pour éviter les courants de Foucault qui se font dans les plans orthogonaux au champ qui est guidé.

Remarques

Il faut enlever la première partie. Laisser la def de la susceptibilité en intro, et introduire en montrant qu'il existe des ferro durs et doux.

Montrer expérimentalement en intro la différence entre ferro et ferro dur en collant un trombone.

Il faut parler de l'existence de ferro fluides, fait de colloïdes.

C'est bien de faire la courbe de première aimantation, il faut donc faire les explications pour le tore. Il faut alors bien montrer que l'asymptote est oblique dans le cas $B(H)$ (contrairement au cas $M(B)$ où elle est horizontale).

Mettre la section interprétation plus tôt : permet d'introduire la notion de perte fer : une fois les spins alignés, il va falloir dépenser de l'énergie pour les retourner.

Regarder la magnéto-résistance.