

M16 : MILIEUX MAGNÉTIQUES

Idées directrices à faire passer

- présenter les différents matériaux magnétiques
- on fera une étude plus détaillée des milieux ferromagnétiques

Commentaires du jury

—

Bibliographie

- [1] Dictionnaire de physique expérimentale : tome IV l'électricité, Pierron

Introduction : donner une définition macroscopique d'un milieu magnétique. Insister déjà sur les difficultés de non linéarités des milieux ferromagnétiques qui ont une réponse très forte.

I Champs magnétiques dans la matière

1 Interaction entre un champ magnétiques et différents milieux magnétiques [1]

- expérience qualitative afin de montrer le comportement de différents matériaux magnétiques en présence de champ
- on montrera l'action sur un barreau de dia, de para et de ferromagnétique
- attention, l'interprétation n'est pas si simple. C'est l'inhomogénéité du champ qui induit cet alignement (on maximise la partie du barreau dans le champ pour un para, on minimise pour un dia)
- on peut faire la manipulation avec de l'O₂ liquide. Liquifier l'O₂ dans un tube à essai plongé dans l'azote liquide et refroidir les pièces polaires à l'azote liquide. Il se forme alors un pont d'O₂ liquide

2 Existence d'une température de transition para-ferro : mesure de T_C

- Montrer le détachement de l'aimant du thermomètre à embout ferro lorsqu'on le chauffe.
- On obtient alors la température de Curie à quelques dizaines de degrés
- il faut chauffer au chalumeau et non au bec Bunsen pour avoir assez de puissance
- minimiser le couple induit par le poids pour limiter l'erreur mais il faut quand même que le détachement soit bien visible...
- essayer particulièrement sur la fin de chauffer uniformément la sonde

3 Domaine de Weiss : mise en évidence des limites du modèle ferromagnétique

- ENSC 46!
- manipulation simple mais attention à l'interprétation
- utiliser le microscope adapté
- éclairer en lumière blanche et mettre un polariseur
- caméra flexcam avec objectif prééquipé d'un analyseur
- faire le point
- attention, c'est un matériau ferrimagnétique (et non ferro) et déposé en couche mince
- l'orientation se fait orthogonalement à l'échantillon et dépend des domaines
- le champ magnétique local est lié à l'état de polarisation local de l'échantillon
- l'échantillon tourne la polarisation rectiligne par effet Faraday

II Comportement spécifique des matériaux ferromagnétiques

Dans cette partie, il faut être quantitatif : il faudra donc calibrer le signal reçu à l'oscilloscope (champ B et H associés à la tension captée)

1 Courbe de première aimantation : forte susceptibilité et saturation

- dans toute la suite on travaillera avec une alimentation sous forme d'autotransformateur (donc le 50Hz est imposé)
- étalonner nos mesures : de la tension dans la bobine de mesure, on remonte facilement à ϕ puis à B connaissant la section. De même, le théorème d'Hopkinson permet de relier facilement le courant d'alimentation au champ excitateur H
- se placer à très faible excitation pour rester dans le domaine linéaire et évaluer la valeur de μ_r dans le matériau
- ensuite monter en courant d'alimentation et montrer la saturation

2 Cycle d'hystérésis

- montrer le régime transitoire vers le cycle d'hystérésis saturé (se placer en mode persistance à l'oscillo)
- évaluer avec le champ rémanent et le champ coercitif associé à ce matériau et comparer à des valeurs tabulées

III Applications des milieux ferromagnétiques

1 Mesure du champ magnétique d'un aimant permanent [1]

- ENSC 373
- le circuit intégrateur doit être ajusté finement (en particulier il faut prendre des AO compensés!)
- ici on fait un intégrateur pur (pas de résistance en parallèle de la capacité) donc on intègre également les BF et le continu d'où la grande sensibilité à la dérive
- on peut alors mesurer le champ magnétique d'un aimant, après intégration on a

$$|v_{\text{out}}| = \frac{N}{RC}(\phi_{\text{final}} - \phi_{\text{initial}})$$

2 Utilisation d'un ferromagnétique doux dans un transformateur : évaluation des pertes fer [1]

- on détaillera l'utilisation d'un ferro doux pour un transformateur en insistant sur les aspects matériaux
- expliquer pertes par hystérésis et par courant de Foucault (il est difficile de les séparer expérimentalement)
- utiliser un GBF de puissance et se mettre en secondaire ouvert
- faire les mesures au wattmètres
- on pourra faire une étude en fréquence : les pertes par hystérésis évoluent linéairement avec la fréquence, les pertes par courant de Foucault sont au carré.
- au vu du temps probablement ne pas faire d'ajustement.

Q/R

1. Evaluer le champ maximal induit par un aimant permanent.