MP 16 – Milieux magnétiques

31 mai 2021

Clément Gidel & Pascal Wang

Niveau :

Commentaires du jury

Bibliographie

✦ *Le nom du livre, l'auteur*¹

→ Expliciter si besoin l'intérêt du livre dans la leçon et pour quelles parties il est utile.

Prérequis

➤ prérequis

Expériences

☞ Biréfringence du quartz

Table des matières

Plan : Clément

Le plan classique de Corentin est bien : On peut commencer par manip qualitative entre diamagnétique et paramagnétique (O₂ et N₂ dans l'entrefer d'un électroaimant). L'idée est ensuite de dire qu'on va faire paramagnétisme avec ascension FeCl₂ (l'étalonnage de l'électroaimant fait qu'on parle aussi de ferromagnétisme) et mesure moment magnétique d'un aimant pour finir.

Remarques : Manip de l'aimant marche bien, on retrouve une aimantation similaire au jolidon. On a choisit un aimant de 1cm de rayon, 0.5cm de hauteur, un support diapo de gonio sur un boy (bon la masse variait pas mal c'était un peu relou). J'ai pas fait plusieurs gradients, j'ai juste dit que c'était linéaire et j'ai remonté direct aux autres gradients avec la proportionnalité (en live on peut faire plusieurs gradients mais si on a pas le temps on peut remonter avec la formule).

Passage

- Qu'est-ce qui limite l'intensité qui passe dans l'électroaimant ? C'est l'effet Joule qui fait chauffer les fils et peut les endommager.
- Pourquoi choisir des pièces cylindriques ou tronconiques ? Une pièce tronconique produit un champ plus intense mais moins homogène qu'une pièce cylindrique. Ceci est dû à la conservation du flux magnétique : une section plus étroite donne un champ plus intense.
- Qu'est ce qui sature, M ou H ? Pourquoi il y a saturation de $\vec{M}$? M sature mais pas H, qui continue à augmenter linéairement si on augmente B.
- C'est un ferro doux ou dur qui est utilisé ? Pourquoi ?
- Pas de courants de Foucault en régime continu.
- Effet Barkhausen : si l'on place un corps ferromagnétique dans un champ magnétique et que l'on augmente lentement l'excitation, la magnétisation n'augmente pas continûment, mais par sauts progressifs, les « sauts de Barkhausen » : c'est ce qu'a mis en évidence pour la première fois de façon acoustique Heinrich Barkhausen en 1917. L'analyse du bruit Barkhausen permet de suivre les variations de micro-structure, de contraintes résiduelles, de dureté.
- Unité de moment magnétique ? Magnéton de Bohr.
- dépendance fréquentielle des pertes fer : hystérésis et Foucault ?
- Ferrite c'est quel type de ferromagnétique ? ferrimagnétique : spins antialignés mais d'amplitude différente.
- Azote, utiliser la pince.
- Comment choisir la lentille de projection ?

Commentaires

Attention les incertitudes c'est pas seulement la lecture.
Ferrofluide.
Image J, domaines de Weiss projeté, cycles d'hystérésis.

Passage : Valentin Dorel

Plan :

Intro : diversité de milieux magnétiques. On commence par l'expérience de milieu paramagnétique.

I) Ascension paramagnétique. On fait une mesure en live une hauteur du ménisque en fonction d'un champ connu, la calibration a été faite en intensité montante. On a une droite et on remonte à la susceptibilité.

II) Oxygène liquide obtenu avec azote liquide. On refroidit l'électroaimant et on verse de l'oxygène entre l'entrefer : lévitation ! Ça marche bien et on a bien mis en avant les différentes qualitatives entre paramagnétisme et diamagnétisme.

III) Cycle d'hystérésis du fer : ferromagnétisme. Montage : entrée, ampli, tore magnétique et intégrateur. L'idée est qu'on mesure i et B est obtenu par intégration de la fem (cf poly). On trace à l'oscillo et sur Latis pro le cycle d'hystérésis. On choisit une fréquence de 0.1 Hz pour tracer 3 cycles en 30 secondes. On a pas atteint saturation malgré

4V? La carte sature à $\pm 10V$ donc on réduit l'amplitude. On est quasiment à la saturation mais pas totalement. On mesure $B_r = (0.67 \pm 0.01)T$ et $H_c = (100 \pm 3)A/m$ et $E_v = (\pm)J/m^3$. On a un matériau doux, les pertes sont proportionnelles à l'aire du cycle d'hystérésis.

IV) Visualisation des domaines de Weiss. On utilise l'effet Faraday pour visualiser : le champ B crée fait tourner la lumière incidente polarisée. Les parois sont donc en noir, le champ est nul en moyenne. On module le champ magnétique à l'aide d'une bobine. On réussit à remonter au cycle d'hystérésis, c'est un peu flou mais marche pas mal askip!

Questions

- Montage surprise : déterminer polarisation d'une lampe QI. Première étape : repérer si on a un minimum ou non lorsqu'on fait tourner un polariseur. Si pas de min, on est soit rectiligne soit non polarisé. On peut utiliser une lame $\lambda/4$ et si on obtient une rectiligne alors on avait une circulaire (on peut le vérifier en mettant un analyseur en sortie et voir si on croise). Deuxième étape, on met une $\lambda/4$ et on regarde ce qu'on obtient en sortie : si on a qqch de rectiligne c'est qu'on avait une elliptique. Attention, l'idéal est de faire une image. Les polariseurs sont sensibles qu'à une seule longueur d'onde.
- Ascension : comment on a fait la conversion avec la taille de l'image et taille réelle? On mesure grandissement. Incertitudes? Celles qui sont prépondérantes c'est sur la lecture de la hauteur. Repréciser ce qu'on a tracé.
- Calibration de l'électroaimant. Précautions? Intensité croissantes pour se mettre sur la courbe de première aimantation. Pente à l'origine? Domaine de linéarité donc pente $\mu_0 \mu_r$. Expliquer l'intérêt de l'étalonnage. Comment on a géré l'aimantation rémanente? En fait, la calibration n'a pas été faite dans la première courbe d'aimantation mais il y a eu un offset qu'on a pris en compte! Si on veut se mettre sur la courbe comment on fait? On fait des cycles en baissant l'intensité pour annuler le champ rémanent.
- Définir la susceptibilité. Comment on sait qu'on a un matériau paramagnétique? C'est positif, la réponse est dans le même sens que l'excitation. Donner un ODG de la susceptibilité dans le cas paramagnétique avec les données qu'on a. On mesure pour un couple de point dans le domaine linéaire pour en déduire $\mu_0 \mu_r$ et hop on trouve $\chi = 4.10^4$.
- Dans la nature, c'est quoi le plus usuel? Diamagnétisme présent tout le temps mais souvent masqué.
- Expliquer pourquoi le diazote est pas paramagnétique alors que le dioxygène l'est.
- Pourquoi O_2 ne s'est pas fait repoussé totalement? Car effet faible et ici on a un écoulement sous gravité qui était le plus important.
- Montage intégrateur? C'est un vrai? Oui, on a un temps caractéristique $RC = 1ms$ donc fréquence de coupure $1kHz$ ça devrait marcher? Problème du montage intégrateur? Dérive en fonction du temps. Ici, pseudo intégrateur, on a réglé l'offset de façon à ce qu'il soit négligeable. Rôle de la décharge? Permet de décharger le condensateur.
- En gardant l'excitation constante, qu'est ce qu'on aurait pu changer pour pas saturer la carte? On voulait diminuer u à H constant donc il aurait fallu diminuer la résistance. Comment on a évalué les incertitudes? Le meilleur moyen aurait été de faire une incertitude statistique. Mais avec une mesure, on a fait ça au jugé sur les curseurs. Lié à la précision de la carte d'acquisition ou bien aux fluctuations? Plutôt aux fluctuations à mon avis. En fait on a sous estimé les incertitudes sur l'aire du cycle (raisonnement?).
- Echelle de l'image sur le microscope? ODG des tailles de domaines de Weiss? Ca dépend beaucoup des échantillons en question mais environ $10, 100nm$. On aurait pu estimer l'échelle avec le grossissement de l'appareil et la taille des pixels. 🚫 **C'est important d'avoir une échelle quand on montre une image.**
- Existe autre chose en magnétisme? Antiferromagnétisme? Forte réponse à l'inverse du champ : matériaux supra avec matériau qui repousse le champ ou bien chrome! Ferrimagnétique : alignement anti-parallèle mais d'intensité moindre. On peut les utiliser dans les transfo, car on a pas de courants de Foucault.
- Supra, particularité? Effet Meisner à faible température : courants de foucault qui vont créer champ magnétique qui va expulser le champ magnétique extérieur. C'est différent à une lévitation car si on retourne on a encore le même phénomène alors que si on retourne c'est pas stable. Avec du Bismuth, possible de faire léviter un matériau diamagnétique ou bien graphite de bonne qualité (masse faible, coeff fort).

Remarques

- Ca aurait été mieux de bien préciser les objectifs sur la première manip.
- Pourquoi ne pas avoir transféré les signaux de l'oscillo sur l'ordi? ça aurait évité les pb de saturations.
- L'expérience des domaines de Weiss c'est lourd!
- Possible de faire aussi l'expérience du clou ou du graphite en lévitation.
- Le seul truc qui manquait était un ODG des susceptibilités pour comparer avec le ferro. On peut éventuellement revenir sur cette susceptibilité en ccl et donner des ODGs et discuter de la physique associée!
- TB sur l'expérience surprise.
-