

LP45 : Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques

Anne-Lyse Sou

17 Novembre 2014

Niveau

3^{ème} année de licence

Prérequis

- Bases d'électromagnétique
- Théorème d'Ampère

Objectifs

- Observer et comprendre les comportements d'un corps ferromagnétique
- Connaître quelques applications des corps ferromagnétiques

Plan

Introduction

Les matériaux ferromagnétiques permettent de faire des aimants, ils sont très utiles comme source de champ magnétique. Les aimants puissants sont souvent réalisés avec des alliages de métaux ferromagnétiques (Fe, Co, Ni). Le premier ouvrage sur les aimants date de 1600 (William Gilbert), son auteur a essayé de magnétiser des barres de fer en se servant du champ magnétique terrestre. Les études sur ce phénomène ont ensuite été mises de côté au profit de l'électromagnétisme de façon plus générale avant de connaître un regain d'intérêt au XX^{ème} siècle avec les études de Curie, Langevin, Weiss et Néel. Les domaines d'application sont vastes: électronique, télécommunication, électro-accoustique...

A Caractérisation du ferromagnétisme

A.1 Approche expérimentale

expérience : on prend un morceau de fer ou acier, on montre qu'il n'est initialement pas aimanté en le mettant en contact avec une «petite boussole». On le met ensuite en contact avec un solénoïde parcouru par un champ stationnaire. Quand on coupe le courant on observe qu'un champ magnétique subsiste. Il y a une aimantation en l'absence de champ extérieur.

A.2 Généralités d'électromagnétisme dans les milieux solides

définition de \mathbf{M} et \mathbf{H} et de la susceptibilité magnétique

A.3 Théorème d'Ampère pour les matériaux ferromagnétique

$$\int \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = NI$$

B Etude de l'aimantation d'un corps ferromagnétique

B.1 Courbe de 1^{ere} aimantation

matériau qui n'a jamais été aimanté
montrer la courbe

B.2 Cycle d'hystérésis

la courbe de 1^{ere} aimantation n'est pas décrite en sens inverse
montrer la courbe
parler des ferromagnétiques durs et doux

B.3 Vérification du modèle expérimentale [4]

expérience : tracer du cycle d'hystérésis avec l'oscilloscope

B.4 Perte d'énergie par hystérésis

bilan énergétique pour connaître la puissance consommée dans le matériau ferromagnétique au cours de l'expérience précédente

C Applications

C.1 Circuit magnétique torique sans entrefer

on cherche quel courant doit être appliqué pour avoir un certain B

C.2 Circuit magnétique torique avec entrefer

on cherche la nouvelle valeur de I et on compare avec le circuit sans entrefer

C.3 Géomagnétisme [2] [3]

Conclusion

Le ferromagnétisme n'existe que dans le corps à l'état condensé et en dessous d'une certaine valeur de température. Nous avons vu pourquoi on observe un champ rémanent sur un matériau même après qu'il ne soit soumis à un champ extérieur, c'est lié à l'hystérésis du matériau. A ce jour on sait réaliser de nombreux alliages ferromagnétiques, des recherches sont effectuées dans le monde entier pour les améliorer. Les alliages Alnico (aluminium, nickel, cobalt) et Ticonal (titane, cobalt, aluminium) ont des propriétés qui varient avec les proportions.

Bibliographie

- [1] Electromagnétisme, vide et milieux matériels, J. PEREZ, R. CARLES, R. FLECKINGER, Masson
- [2] Physique de l'état solide, C. KITTEL, Dunod
- [3] Émile THELLIER, « GÉOMAGNÉTISME ou MAGNÉTISME TERRESTRE », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 18 octobre 2014. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/geomagnetisme-magnetisme-terrestre/>
- [4] BUP n° 651, Cycle d'hystérésis magnétique, M JANNIN, F. PAUTY, J. BOUILLOT