



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP-UNC 0029492/2019

Anexo de la RCD FAMAF 193/2019, página 47 de 66

TÍTULO: Materiales magnéticos: Principios y aplicaciones			
AÑO: 2019	CUATRIMESTRE: 2°	N° DE CRÉDITOS: 3	VIGENCIA: 3 años
CARGA HORARIA: 60 horas de teoría y 20 horas de práctica.			
CARRERA/S: Doctorado en Física			

FUNDAMENTOS

En la actualidad se hace necesaria una comprensión más profunda del magnetismo en materiales, ya sean éstos de tamaño milimétrico o mayor, como en aquellos denominados nanomateriales, en los que la dimensionalidad puede estar reducida y sus dimensiones se acercan a las longitudes críticas, definidas por la competencia de diferentes interacciones. Estos aspectos se tratarán en el presente curso.

OBJETIVOS

El objetivo del curso es conocer las variables del material y las contribuciones a la energía magnética del mismo, las que determinan su microestructura magnética en diferentes condiciones externas. Se discutirán también los mecanismos de histéresis magnética de dichas microestructuras y los posibles mecanismos de magnetización operativos en los diferentes casos.

PROGRAMA

Unidad 1: Introducción

Materiales magnéticos. Descripción microscópica de propiedades magnéticas macroscópicas. Materiales magnéticos en la tecnología moderna. Aplicaciones genéricas.

Unidad 2: Magnetismo en materiales

Diamagnetismo. Paramagnetismo. Ferromagnetismo. Antiferromagnetismo. Ferrimagnetismo. Microestructuras magnéticas con canting.

Unidad 3: Magnetismo en óxidos y metales

Spin y ferromagnetismo. Razones giromagnéticas para los momentos orbital y de spin. Teoría cuántica del paramagnetismo. Intercambio en aislantes. Regla de Hund. Superintercambio en óxidos. Enlaces y magnetismo en metales. Magnetismo 3d. Magnetismo 4f. Orbitales moleculares en metales. Curvas de Slater-Pauling. Temperatura de Curie. Teorías de bandas del magnetismo.

Unidad 4: Energía libre magnética

Anisotropía, Anisotropía en metales y aislantes, Magnetostricción en metales y aislantes. Anisotropía magneto elástica. Influencia de las tensiones sobre la magnetización. Energía dipolar. Energía de intercambio. Energía en un campo externo. Dominios y paredes de dominios magnéticos. Espesor y densidad de energía de paredes de dominio de Bloch y de paredes de Néel. Dominios de clausura. Dominios en films delgados. Partículas finas mono-dominio. Superparamagnetismo. Microestructura atómica y microestructura magnética.

Handwritten marks: a checkmark and a signature.



EXP-UNC 0029492/2019

Anexo de la RCD FAMAF 193/2019, página 48 de 66

Unidad 5: Histéresis magnética

Tipos de histéresis. Histéresis independiente del tiempo. Fenómenos dependientes del tiempo. Corrientes parásitas y pérdidas magnéticas. Relajación térmicamente activada. Reptación. Viscosidad magnética.

Unidad 6: Procesos de magnetización

Aproximación de campo aplicado cuasi-estático. Rotación reversible. Rotación homogénea irreversible. Modos de rotación no homogéneos. Movimiento de paredes de dominio. Nucleación y expansión de dominios inversos. Ondas de spin en ferromagnetos. Mecanismos de coercitividad.

Unidad 7: Materiales magnéticos blandos

Comportamiento ferromagnético blando de aleaciones Si-Fe, Fe-Ni, Fe-Co y de ferrites blandas, amorfos y aleaciones nanocristalinas. Permeabilidad, rotación irreversible AC, profundidad de skin. Aplicaciones: pérdidas por histéresis y corrientes parásitas. Resonancia ferromagnética.

Unidad 8: Materiales magnéticos nanocristalinos

Escalas de longitud características. Nanopartículas magnéticas. Nanohilos magnéticos. Láminas delgadas y gruesas. Mecanismos de coercitividad.

Unidad 9: Materiales magnéticos duros

M-H, B-H, $(B-H)_{max}$, Partículas finas. Nucleación vs. Pinning. Materiales modelos: Alnico, Ferrita de Ba, Co-RE, Fe-RE-B.

Unidad 10: Transporte electrónico en materiales magnéticos

Conductividad eléctrica de metales y aleaciones a la luz de la estructura electrónica. Teoría. Efecto Hall y magnetorresistencia (MR). Tipos de MR Mecanismos de scattering de spin. Magnetorresistencia gigante (GMR). Spin tunneling (ST).

Unidad 11: Magnetismo en superficies y películas delgadas

Estructura electrónica en la superficie y magnetismo. Momentos superficiales. Fases metastables. Misfit strain. Crecimiento epitaxial, Anisotropía magnética superficial y magnetostricción, Dominios.

PRÁCTICAS

Lazos de histéresis (M-H) usando Vibrating Sample Magnetometer (VSM).

Magnetización versus campo magnético aplicado y temperatura, usando VSM.

Mecanismos de relajación térmica: determinación de campos medios de fluctuaciones y de volúmenes de activación.

Se resolverán 11 guías de problemas, una por cada unidad.

df



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP-UNC 0029492/2019

Anexo de la RCD FAMAF 193/2019, página 49 de 66

BIBLIOGRAFÍA

Giorgio Bertotti, Hysteresis in magnetism. Academic Press. San Diego 1998.
R. C. O'Handley, Modern magnetic Materials: principles and applications. Wiley 2000
B. D. Cullity C. D. Graham Introduction to magnetic materials. Wiley 2009*
Alberto P Guimarães, Principles of Nanomagnetism ISBN 978-3-642-01482-6
J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials Cambridge University Press, June 2012

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Dos exámenes parciales y un examen final.

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Conocimientos de electromagnetismo y termodinámica.



Jf

