

PROGRAMA DE ASIGNATURA

I. Identificadores del programa

Carrera: Maestría / Doctorado en Ciencias de los Materiales	Depto: Física y Matemáticas			
Materia: Introducción a la teoría de micromagnetismo	Clave:	No. Créditos: 8		
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Curso <input type="checkbox"/> Taller <input type="checkbox"/> Seminario <input type="checkbox"/> Laboratorio		Horas: 64 H	45 H	19 H
Nivel: Maestría / Doctorado		Totales	Teoría	Práctica

II. Propósitos generales

Proporcionar al alumno una plataforma sólida en los conocimientos básicos sobre teoría de micromagnetismo, sus fundamentos teóricos y sus aplicaciones en la explicación de las propiedades de materiales magnéticos nanoestructurados en relación con su microestructura.

III. Objetivos terminales de aprendizaje

Que el alumno domine los conceptos básicos de la teoría de micromagnetismo, así como su aplicación a los materiales magnéticos nanoestructurados utilizando el programa de cómputo especializado Nmag.

IV. Contenido temático y calendarización

Tema	Totales	Teoría	Práctica
I. Introducción 1.1 <i>Introducción</i> 1.2 <i>Sistemas de unidades: Ejemplos y discusión</i>	4	4	0
II. Teoría básica de micromagnetismo 2.1 <i>Energía libre de Gibbs magnética</i> 2.1.1 <i>Introducción</i> 2.1.2 <i>Términos de la energía magnética</i> 2.1.2.1 <i>Energía de intercambio</i> 2.1.2.1.1 <i>Interacciones de intercambio de corto alcance</i> 2.1.2.1.2 <i>Interacciones de intercambio de largo alcance</i> 2.1.2.2 <i>Energía de anisotropía magnetocristalina</i> 2.1.2.3 <i>Energía magnetostática</i> 2.1.3 <i>Resumen</i> 2.2 <i>Condiciones de equilibrio básicas del micromagnetismo</i> 2.2.1 <i>Ecuaciones de micromagnetismo estático</i> 2.2.2 <i>Ecuaciones micromagnéticas en coordenadas polares</i> 2.2.3 <i>Ecuaciones micromagnéticas en términos de remolinos y cargas magnéticas</i> 2.2.4 <i>Ecuaciones de micromagnetismo linearizadas</i>	8	8	0
III. Paredes de dominio en sólidos amorfos y cristalinos 3.1 <i>Paredes de dominio en sólidos amorfos y cristalinos</i> 3.1.1 <i>Paredes de Bloch</i> 3.1.2 <i>Efecto de deformaciones y esfuerzos</i> 3.1.3 <i>Paredes de Bloch en cristales cúbicos</i> 3.1.4 <i>Paredes de Néel en materiales macroscópicos y en capas delgadas</i> 3.1.4.1 <i>Paredes de Néel en materiales macroscópicos</i> 3.1.4.2 <i>Paredes de Néel en capas delgadas</i> 3.1.4.3 <i>Diagrama de fases de paredes de Néel y Bloch en capas delgadas</i> 3.2 <i>Interacción de paredes de dominio con defectos</i> 3.2.1 <i>Comentarios introductorios</i> 3.2.2 <i>Energía de interacción de paredes de dominio con defectos puntuales</i> 3.2.3 <i>Fuerzas de interacción de paredes de dominio con defectos puntuales</i> 3.2.4 <i>Interacción de paredes de Bloch con dislocaciones</i> 3.2.5 <i>Interacción de paredes de dominio con defectos planares</i> 3.2.5.1 <i>Anclaje por defectos planares</i> 3.2.5.2 <i>Anclaje por defectos planares extendidos</i> 3.2.5.3 <i>Anclaje por fronteras de fase</i>	8	8	0
IV. Propiedades magnéticas 4.1 <i>Coercitividad</i> 4.1.1 <i>Materiales magnéticos duros</i> 4.1.1.1 <i>Rotación homogénea</i> 4.1.1.2 <i>Rotación inhomogénea</i>	8	8	0

<p>4.1.1.3 Diámetros críticos de partículas de dominio simple</p> <p>4.1.1.3.1 Límite de estabilidad térmica</p> <p>4.1.1.3.2 Diámetro para el proceso de nucleación</p> <p>4.1.1.3.3 Diámetro para la formación de dominios</p> <p>4.1.1.4 Comparación con el experimento</p> <p>4.1.2 Nucleación en regiones magnéticamente blandas</p> <p>4.1.3 Nucleación en granos inhomogéneos desalineados</p> <p>4.1.4 Análisis micromagnético del campo coercitivo</p> <p>4.1.4.1 Nucleación versus anclaje</p> <p>4.1.4.2 Efecto de la temperatura en el campo coercitivo</p> <p>4.1.4.3 Imanes nanocristalinos y compósitos nanocristalinos</p> <p>4.2 <i>Magnetización de saturación</i></p> <p>4.2.1 Aproximación a la saturación en cristales uniaxiales</p> <p>4.2.2 Aproximación a la saturación en cristales cúbicos</p> <p>4.2.3 Aproximación a la saturación en la presencia de fuentes de esfuerzo</p>			
<p>V. Micromagnetismo computacional de plaquetas delgadas y partículas pequeñas</p> <p>5.1 Introducción</p> <p>5.2 Aplicaciones del método de diferencias finitas</p> <p>5.3 Aplicaciones del método de elemento finito</p> <p>5.3.1 Discretización y refinamiento de mallado adaptable</p> <p>5.3.2 Discretización de la energía libre de Gibbs para los cálculos de micromagnetismo</p> <p>5.3.3 Estructuras magnéticas y procesos de magnetización en plaquetas delgadas</p> <p>5.3.4 Estructuras magnéticas y procesos de magnetización en partículas pequeñas</p> <p>5.3.5 Partículas magnéticas blandas en matriz magnética dura</p> <p>5.3.6 Ensamblajes de granos nanocristalinos</p>	8	8	0
<p>VI. Micromagnetismo de procesos de magnetización dinámicos</p> <p>6.1 Ecuaciones de Landau-Lifshitz y Gilbert</p> <p>6.2 Rangos de tiempo característicos</p> <p>6.3 Inversión de la magnetización en capas delgadas</p> <p>6.4 Discretización de la ecuación de Landau-Lifshitz-Gilbert</p> <p>6.5 Campo de nucleación dinámico</p> <p>6.6 Dinámica de procesos activados térmicamente</p> <p>6.6.1 Fluctuaciones térmicas</p> <p>6.6.2 Relajación activada térmicamente</p>	8	8	0
<p>VII. Aplicaciones a capas delgadas y partículas pequeñas</p> <p>7.1 Ejemplos y discusión</p>	20	0	20

V. Fuentes bibliográficas y documentales

A) Bibliografía Obligatoria: Libro 1: **Micromagnetism and the microstructure of ferromagnetic solids**, H. Kronmüller y M. Fähnle, *Editorial*: Cambridge University Press (2009), **ISBN**: 978-0-521-12047-0. Libro 2: **Introduction to magnetic materials**, B. D. Cullity y C. D. Graham, *Editorial*: John Wiley and Sons y IEEE Press (2009), **ISBN**: 978-0-471-47741-9.

B) Bibliografía complementaria y de apoyo: Libro 1: **Principles of nanomagnetism**, A. P. Guimaraes, *Editorial*: Springer (2009), **ISBN**: 978-3-642-01481-9. Libro 2: **Simple models of magnetism**, R. Skomski,

Editorial: Oxford University Press (2009), **ISBN:** 978-0-19-857075-2.

C) Bases de datos elsevier, Journals: Journal of magnetisms and magnetic materials, Advanced Materials, Materials Research Bulletin and Journal of Materials Research.

VI. Criterios de evaluación y acreditación

A) Institucionales para la acreditación:

- Acreditación mínima de 80% de las clases programadas.
- Entrega oportuna de trabajos.
- Pago de derechos.
- Calificación ordinaria mínima de 7.0.
- Permite el examen de título: ___ Sí ___X_ No

B) Evaluación del curso:

➤ Exámenes parciales	60 %
➤ Trabajos de investigación	40 %
TOTAL	100 %

VII. Observaciones y características relevantes del curso

Este curso es recomendado para estudiantes del posgrado en ciencia de materiales que hayan cursado previamente la materia de materiales magnéticos.

VIII. Institucionalización

Director del Instituto: Dr. Antonio Guerra

Jefe del Departamento: M.C. Francisco López

Coordinador de la maestría: Dr. Carlos A. Martínez

Coordinador de la Academia: Dr. José T. Elizalde Galindo

Elaboró: Dr. José Trinidad Elizalde Galindo

Revisó: Dr. Carlos Alberto Martínez

Fecha de elaboración: 15/10/10

Fecha de revisión: 18/10/10