

Nanomateriales Magnéticos – Fundamentos y Aplicaciones.

Duración:

Un cuatrimestre

Carga horaria:

60 hs totales

Modalidad:

Teórico-práctico. Las actividades teóricas y prácticas se intercalarán de acuerdo a las necesidades didácticas y a las limitaciones (equipo disponible, cantidad de estudiantes) y no siguiendo un esquema rígido predeterminado. Se realizarán clases prácticas de problemas y algunos laboratorios: experimentación con bobinas, imanes, y magnetometría.

Examen:

Trabajo final + exposición oral.

Programa

1. Definiciones, nomenclatura y unidades.

Campo magnético, inducción magnética, magnetización, susceptibilidad, permeabilidad. Algunos valores típicos.

2. Tipos de materiales.

Diamagnetos, paramagnetos, materiales magnéticamente ordenados: ferromagnetos, antiferromagnetos, ferrimagnetos, helimagnetos, etc.. Magnetización espontánea $M(T)$ e histéresis magnética ($M(H)$ multivaluada). Hipótesis de Weiss: dominios.

3. Diamagnetismo, paramagnetismo, sistemas ordenados. Interacción de intercambio, ferromagnetismo, antiferromagnetismo, ferrimagnetismo. Leyes de Curie y Curie-Weiss, Magnetismo localizado.

4. Magnetismo itinerante.

Paramagnetismo de Pauli, Ferromagnetismo originado en el desbalance de sub-bandas. Influencia de la estructura de bandas.

5. Anisotropía magnética.

Tratamiento empírico en sistemas cúbicos, uniaxiales (tetragonales, hexagonales, etc.). ortorrómbicos. Anisotropía de intercambio y de forma.

6. Efectos de relajación.

Competencia de energías de anisotropía e interacción con un campo externo a temperatura finita. Frecuencia y tiempo de relajación. Influencia de la

temperatura y el “tamaño” del sistema. Superparamagnetismo, viscosidad magnética, modelo de Stoner-Wohlfarth para la histéresis.

7. Autoenergía magnetostática.

Casos: esfera, cilindro, elipsoide, con magnetización uniforme. Campo y factor demagnetizantes (anisotropía de forma). Origen de los dominios.

8. Estructura de dominios.

Observación de dominios, técnicas: Bitter, Kerr, Faraday, TEM, SEM, etc.. Paredes de dominio, espesor. Competencia entre interacciones de intercambio y de anisotropía. Paredes de Bloch y de Néel.

9. Medidas magnéticas.

Uso de bobinas móviles, efecto Hall, magnetoresistores, magnetómetro de muestra vibrante, Squid.

10. Efecto de magneto-resistencia gigante (MRG).

Observación experimental en estructuras multicapas Fe/Cr, Co/Cu. Efecto del espaciado entre capas magnéticas. Causas de la MRG. Válvulas de spin: sistemas acoplados y desacoplados; sistemas libres y anclados. Aplicaciones.

11. Ejemplo de diseño de objetos magnéticos de escala nanoscópica.

Propiedades de anisotropía y dureza magnética.

12. Aplicaciones adicionales a la espintrónica. Aplicaciones a la biomedicina en diagnóstico y terapia: aumento del contraste en imágenes por resonancia magnética nuclear, delivery de fármacos, magnetofección, hipertermia magnética.

Bibliografía

INTRODUCTION TO MAGNETIC MATERIALS, B. D. CULLITY and C. D. GRAHAM, Wiley, 2009

Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, J. Stöhr and H.C. Siegmann, Springer, 2006

Handbook of Advanced Magnetic Materials, Yi Liu, David J. Sellmyer and Daisuke Shindo, Tsinghua University Press, Springer, 2006

ADVANCED MAGNETIC NANOSTRUCTURES, Edited by David Sellmyer and Ralph Skomski; Chapter 15, NANOBIO-MAGNETICS, D.L. Leslie-Pelecky, V. Labhasetwar and R. H. Kraus, Jr., Springer, 2006

Nanomagnetism and Spintronics, Teruya Shinjo, Elsevier, 2009

Dr. Francisco H. Sánchez
Profesor a Cargo