



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

**PROGRAMA DE CURSO
PARA SER CONSIDERADO COMO
CURSO DE EXTENSIÓN DE FAMAF**

Profesor responsable de FAMAF: Prof. Noelia Bajales Luna

Profesores que dictarán el curso (si alguno no es de FAMAF adjuntar CV):

Docentes invitados: Prof. Juan Escrig, Dra. Diana Arciniegas Jaimes, Dr. Felipe Tejo, Dr. Eduardo Saavedra, Prof. Omar Linarez Pérez y Dr. Martín Broens.

Alumno ayudante: Sr. Fabrizio Pusiol (estudiante avanzado de Lic. en Física de FAMAF, con experiencia en el manejo del software OOMMF en diferentes clusters del CCAD, programación en Python para el lanzamiento de scripts, etc.)

Título del curso: ABC hacia lo Nano – Simulación de nanoestructuras magnéticas con OOMMF

Objetivo: Impartir conocimientos sobre el uso de herramientas de cálculo numérico para el estudio del micromagnetismo de estructuras uni y bidimensionales, de interés actual en diversas aplicaciones nanotecnológicas.

Destinatarios y cupo de alumnos: Alumnos/as de grado y posgrado de Física, Química, Ingeniería y/o Ciencia de Materiales e investigadores/as de universidades de Argentina y Chile, que desarrollan sus actividades en áreas afines al Magnetismo. Cupo: 10 alumnos/as

Contenidos:

Módulo 1: Principios y fundamentos del Micromagnetismo

Breve repaso de conceptos fundamentales de materiales magnéticos. Fundamentos básicos del micromagnetismo. Ecuación de movimiento. Ciclos de histéresis. Procesos de reversión de la magnetización. Actividades. Exposición y discusión de resultados.

Módulo 2: Simulación de nanoestructuras magnéticas en OOMMF

Herramientas de simulación micromagnética: uso del software *Object Oriented Micro Magnetic Framework* (OOMMF). Selección de parámetros. Presentación del archivo de entrada (MIF). Procesamiento de datos. Simulación de nanoestructuras cilíndricas. Actividades. Exposición y discusión de resultados.

Módulo 3: Introducción a los skyrmions magnéticos y su modelamiento en micromagnetismo

Perspectiva general. Definiciones básicas: skyrmion magnético. Evidencia experimental de skyrmions a temperatura ambiente. Definición de problemas a resolver. Actividades. Exposición y discusión de resultados.

Módulo 4: Propiedades estáticas y dinámicas de nanoestructuras moduladas



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

Antecedentes teóricos. Aproximación al continuo. Fundamentos sobre resonancia magnética. Ejemplos. Actividades. Exposición y discusión de resultados.

Módulo 5: Electroquímica de nanoestructuras magnéticas

Fundamentos y aplicaciones de electroquímica. Los análogos eléctricos y los procesos químicos. Ejemplos de aplicación a nanoestructuras magnéticas. Actividades. Exposición y discusión de resultados.

Bibliografía:

Módulo 1

- [1.1] C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, Seventh edition, Wiley India, New Delhi, India. (2009).
- [1.2] A. H. Morrish, The Physical Principles of Magnetism. (IEEE Press, New York, United States, 2001).
- [1.3] B. D. Cullity, C. D. Graham, Introduction to Magnetic Materials, Second Edition. IEEE Press and John Wiley & Sons, Inc., Publication. United States of America (2009). [61] Aharoni, A. (1996). Introduction to the Theory of Ferromagnetism International Series of Monographs on Physics. Oxford University Press Inc., New York.
- [1.4] O’Handley, R. C. (1999). Modern Magnetic Materials: Principles and Applications. Wiley-Interscience, New York. [64] M. J. Donahue, R. D. McMichael, Physica B: Condensed Matter 233, 272–278 (1997).
- [1.5] Artículos científicos seleccionados por los docentes a cargo del módulo.

Módulo 2

- [2.1] J. E. Miltat, M. J. Donahue, M. J. Handbook of magnetism and advanced magnetic materials - Numerical micromagnetics: Finite difference methods. John Wiley & Sons, Universidad Estatal de Pensilvania (2007).
- [2.2] Software y manuales extraídos de <https://math.nist.gov/oommf/>
- [2.3] Artículos científicos seleccionados por los docentes a cargo del módulo.

Módulo 3

- [3.1] F. Tejo, E. Saavedra, J.C. Denardin, J. Escrig. Dynamic susceptibility of skyrmion clusters in Co/Pt nanodots. Applied Physics Letters 117 (15)
- [3.2] F. Tejo, et al. Stabilization of Magnetic Skyrmions on Arrays of Self-Assembled Hexagonal Nanodomains for Magnetic Recording Applications. ACS Applied Materials & Interfaces 12 (47), 52231-53570
- [3.3] F. Tejo, F. Velozo, R.G. Elías, J. Escrig. Oscillations of skyrmion clusters in Co/Pt multilayer nanodots. Scientific Reports 10 (16517)
- [3.4] N. Vidal-Silva, A. Riveros F. Tejo J. Escrig, D. Altbir. Controlling the nucleation and annihilation of skyrmions with magnetostatic interactions. Applied Physics Letters 115 (8).
- [3.5] F. Tejo, A. Riveros, J. Escrig, K.Y. Guslienko, O. Chubykalo-Fesenko. Distinct magnetic field dependence of Néel skyrmion sizes in ultrathin nanodots. Scientific reports 8 (1), 1-10

Módulo 4

- [4.1] Investigation Of Static And Dynamic Magnetic Properties Of Two-Dimensional Magnonic



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

Crystals, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy (Science) in Physics Ruma Mandal.

[4.2] Quasistatic and ultrafast magnetization dynamics in magnetic nanostructures, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy (Science) in Physics (Experimental) by Bivas Rana

[4.3] Investigation of static and dynamic magnetic properties in magnetic micro and nano elements with varying shapes, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy (Science) in Physics (Experimental) by Bipul Kumar Mahato

[4.4] Collective Magnetization Dynamics in Magnetic Nanostructures at Various Length Scales and Time Scales, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy (Science) in Physics Susmita Saha

Módulo 5

[5.1] Allen J. Bard, Larry R. Faulkner. Electrochemical Methods. Fundamentals and

[5.2] Applications. 2da Edición. 2001 John Wiley & Sons, Inc.

[5.3] E. Barsoukov, J. R. Macdonald. Impedance Spectroscopy. Theory, experiment and applications. 2da. Edición. 2005 John Wiley & Sons, Inc.

[5.4] Artículos científicos seleccionados por el profesor.

Duración, carga horaria y fechas estipuladas de las clases: 1 clase semanal (3h cada una, teoría y práctica). Con una dedicación de 4 horas semanales, se lograrán los objetivos del curso en el período previsto. Carga total: 60 hs. Fecha de inicio: 28 de agosto 2023. Finaliza: 30 de Noviembre de 2023.

Requisitos de Aprobación: Entrega y exposición de los ejercicios solicitados resueltos en tiempo y forma por cada grupo conformado, en formato de póster virtual, al finalizar cada módulo. Además, se realizará un seminario (virtual) integrador al finalizar el curso.

Modalidad: virtual

Equipamiento necesario para el dictado: computadora (PC o notebook), con al menos 500 Gbytes libres para almacenamiento de datos. Programas instalados: Origin, Excel, Procesador de texto, Paraview.

Lugar en que se dictará el curso: FaMAF, Av. Medina Allende s/n

Factibilidad económica (arancel estipulado, en caso de que corresponda, y destino de los fondos):
No aplica

Otra información:

Se otorga certificado de aprobación con calificación.



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación
