

EXP-UNC 0058325/2019

Anexo de la RCD FAMAFA 413/2019, página 21 de 33

TÍTULO: Sistemas compuestos basados en el carbono y nanoestructuras magnéticas			
AÑO: 2020	CUATRIMESTRE: 1°	N° DE CRÉDITOS: 3	VIGENCIA: 3 años
CARGA HORARIA: 60 horas de teoría, 40 horas de práctica			
CARRERA/S: Doctorado en Física			

FUNDAMENTOS
El objetivo general del curso es introducir las generalidades sobre materiales compuestos o híbridos constituidos por distintos alótropos del carbono y aleaciones de nanoestructuras magnéticas, tales como nanohilos y nanotubos de FeCo y NiFe. Por un lado, se estudiarán las propiedades estructurales, vibracionales, eléctricas y magnéticas del grafito, grafeno, fullerenos y nanotubos de carbono. Por otro lado, se estudiará el comportamiento magnético de nanoestructuras magnéticas y se ampliará su descripción a través de herramientas de cálculo computacional, empleando el programa OOMMF como plataforma. Luego, se sumarán ambos sistemas para explorar la presencia de nuevas propiedades combinadas.

OBJETIVOS
Se espera que los estudiantes logren un manejo mínimo de algunas técnicas básicas de caracterización estructural y magnética. También se busca que desarrollen habilidades para diseñar algunos experimentos sencillos de simulación micromagnética de los sistemas caracterizados experimentalmente, para complementar y consolidar los conocimientos adquiridos sobre sistemas reales, de interés en el campo de la Nanociencia y Nanotecnología.

PROGRAMA
<p>Unidad 1: Introducción general: el carbono . Breve reseña histórica. Características generales del carbono: Propiedades físicas y químicas. Hibridación sp, sp² y sp³. Enlaces. Formas alotrópicas del carbono y sus óxidos. Dimensionalidad. Defectos cristalinos: puntuales, lineales, planos y volumétricos. Rol del hidrógeno en las propiedades del carbono. Citotoxicidad y biocompatibilidad. Nanociencia y nanotecnología del carbono. Ejercicios.</p> <p>Unidad 2: Sistema tri-dimensional: grafito, óxido de grafito y diamante. Estructura cristalina del grafito vs. diamante. Características generales de los sistemas grafiticos: color, dureza, sistemas cristalinos, transparencia, pureza, solubilidad. Clasificación de los distintos grafitos: kish, cristal, pirolítico altamente orientado, nanoestructurado, natural y amorfo. Óxido de grafito. Propiedades estructurales, vibracionales, térmicas, ópticas, eléctricas y magnéticas. Métodos de obtención y producción. Aplicaciones. Ejercicios</p> <p>Unidad 3: Sistemas bi-dimensionales: grafeno y óxido de grafeno. Breve reseña histórica. Propiedades estructurales, vibracionales, eléctricas, electroquímicas y magnéticas. Comportamiento metálico y efecto de campo eléctrico, electrones del grafeno, fermiones Dirac sin masa, efecto Hall cuántico anómalo. Quiralidad. Terminaciones de borde: zig-zag y armchair. Rol de defectos. Óxido de grafeno y óxido de grafeno reducido: propiedades generales. Métodos de obtención y producción: micro-exfoliación mecánica, deposición química de vapor, descomposición térmica de carburo de silicio, ablación láser,</p>

decapado iónico y etching químico, sonicación, método de Hummers. Ventajas y desventajas de los distintos métodos. Dispersiones y composites de óxido de grafeno. Aplicaciones. Ejercicios.

Unidad 4: Sistemas uni-dimensionales: nanotubos de carbono.

Breve reseña histórica. Nanotubos de pared simple y de pared múltiple. Propiedades estructurales, vibracionales, eléctricas y magnéticas: efectos de curva y nanotubos de pequeño diámetro. Métodos de obtención y producción: descarga en arco eléctrico, ablación láser, deposición química en fase vapor, molienda de alta energía. Composites de nanotubos magnéticos. Aplicaciones. Ejercicios.

Unidad 5: Sistema cero-dimensional: fullerenos.

Breve reseña histórica. Clasificación de fullerenos: heterofullerenos, endohédricos, exohédricos, de estructura parcial, estructura huésped-anfitrión y de estructura abierta. HOMO y LUMO, rol de defectos, polimerización. Métodos de obtención y producción: descarga en arco eléctrico en atmósfera inerte, vaporización con láser y expansión supersónica, combustiones, naturales. Aplicaciones. Ejercicios.

Unidad 6: Introducción a técnicas de caracterización estructural, magnética y electroquímica.

Difracción de rayos X: difracción por un cristal, por cristales poliatómicos y redes monoatómicas con bases. Formulación de Bragg. Difracción de electrones y neutrones. Dispositivos experimentales. Difractogramas característicos de los distintos alótropos del carbono y nanoestructuras magnéticas.

Espectroscopía y microscopía Raman: Conceptos generales. Dispersión Raman Stokes y anti-Stokes. Resolución lateral y de profundidad.

Microscopía de Sonda de Barrido (SPM): Conceptos generales. Microscopía de Fuerza atómica (AFM). Modos de operación: contacto, intermitente y no-contacto. Resolución espacial y temporal. Dispositivos experimentales: sistema de detección, sensores de fuerza. Microscopía de efecto túnel. Ventajas y limitaciones. Análisis de imágenes de sistemas basados en el carbono y nanoestructuras. Ejercicios.

Magnetometría de muestra vibrante (VSM). Conceptos generales. Sensibilidad. Configuración experimental. Microscopía de Fuerza Magnética. Ventajas y limitaciones. Análisis de ejemplos.

Espectroscopía de Impedancia electroquímica: La interfase electroquímica. Procesos electroquímicos. Fundamentos teóricos de la técnica. Formalismo matemático. Aspectos experimentales. Ventajas y desventajas. Los análogos eléctricos y los procesos químicos. Modelos físicos y electroquímicos. Aplicaciones en el estudio de sistemas carbonosos.

Unidad 7: Introducción al micromagnetismo.

Fundamentos básicos del micromagnetismo: Teoría de dominio y modelo micromagnético. Energías involucradas. Ecuación de movimiento.

Simulación de procesos micromagnéticos: Estados de equilibrio. Minimización de la energía. Ciclos de histéresis. Procesos de reversión de la magnetización.

Herramientas de simulación micromagnética: uso del software Object Oriented MicroMagnetic

Framework (OOMMF). Selección de parámetros. Simulación de nanoestructuras cilíndricas para evaluar propiedades dependientes de la geometría, el tamaño y la composición que determinan el ordenamiento de los momentos magnéticos en nanoestructuras de baja dimensionalidad.

Acceso a Mendieta, CCAD-UNC.

Unidad 8: Funcionalización de sistemas basados en el carbono.

Fabricación de nanoestructuras de alúmina. Síntesis de nanohilos magnéticos. Generación de defectos por irradiación en superficies de grafito. Generación de películas de óxido de grafeno y óxido de grafeno reducido, por vía seca y vía húmeda, sobre distintos sustratos. Formación de compósitos/híbridos carbonosos con nanoestructuras magnéticas.

PRÁCTICAS

Se dictarán clases teórico-prácticas, en las cuales se resolverán los problemas propuestos por los docentes. Se realizarán prácticas de laboratorio, en las que se aprenderá sobre medidas de seguridad y el uso de los diferentes equipos del laboratorio disponibles en el del Grupo de Ciencia de Materiales, así como también de otros equipos vinculados al estudio de sistemas basados en el carbono y nanoestructuras magnéticas de la UNC. Se harán mediciones experimentales, las que serán procesadas y analizadas por los alumnos, guiados por los docentes a cargo e invitados. También se realizarán simulaciones micromagnéticas de sistemas propuestos por los docentes, mediante el programa OOMMF instalado en los clusters de Mendieta, CCAD-UNC.

BIBLIOGRAFÍA

Ashcroft NW and Mermin ND, Solid State Physics, Holt Reiehart and Winston, New York, 1976.
 Kittel C, Introduction to Solid State Physics, 8th edn, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1996.
 Ziman J. M., Electrons and phonons. Oxford University Press.
 Foa-Torres L, Roche S and Charlier J.C., Introduction to Graphene-based nanomaterials: From electronic structure to quantum transport, Cambridge University Press, New York, 2014.
 Messina and Santangelo, Carbon: the future material for advanced technology applications, Springer on line, Vol. 100, 2006.
 Manero P.J, Tesis doctoral: Materiales nanoestructurados basados en polianilina, nanotubos de carbon y grafeno, Zaragoza, 2011.
 Jorio A., Dresselhaus M. Saito R. and Dresselhaus G., Raman spectroscopy in Graphene-related systems, 1st Edition, John Wiley- VCH, Inc. New York, 2011.
http://www.veeco.com/pdfs/library/SPM_Guide_0829_05_166.pdf.
 Allen J. Bard, Larry R. Faulkner. Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications. 2da Edición. 2001 John Wiley & Sons, Inc.
 E. Barsoukov, J. R. Macdonald. Impedance Spectroscopy. Theory, experiment and applications. 2da. Edición. 2005 John Wiley & Sons, Inc.
 Artículos científicos seleccionados por el profesor.

EXP-UNC 0058325/2019

Anexo de la RCD FAMAF 413/2019, página 24 de 33

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Se evaluará el desempeño en los trabajos de laboratorio y se calificarán los informes de los mismos. Cada alumno presentará al finalizar la materia (por escrito y exposición oral) un trabajo de integración, desarrollado de acuerdo al sistema objeto de estudio asignado. Se aprobará con puntaje mayor o igual a siete puntos
--

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Conocimientos de física del estado sólido, química general, magnetismo en materiales.
