



CARACTERIZACION DE MATERIALES 2019

Programa de asignatura (Grado o Posgrado)

1.- Datos generales

1.1 Denominación de la asignatura: CARACTERIZACION DE MATERIALES.
Consta de dos módulos.

1.2 Carga horaria total: Módulo I: 64 h. Módulo II: 64 h.

1.3 Período del dictado (semestre y año): febrero – mayo 2019

2.- Composición del Equipo Docente: Responsable, Auxiliares.

2.1. Responsable a cargo

Apellido y nombres: Condó Adriana (módulo I). Fainstein Alejandro (módulo 2). Además participó Adriana Serquis como profesora invitada del módulo I. Y participaron Gonzalo Álvarez, Analía Zwick, Alejandro Butera, Guillermo Rozas y Guillermo Zampieri como docentes invitados en el módulo II.

2.3. Auxiliares

Apellido y nombres: Mogni Liliana (módulo I), Morán Mauricio (módulo I)

3.- Contenidos y Programa

Módulo I: Caracterización microestructural

El Concepto de la Microestructura

Aspectos microestructurales. Relación entre estructura y propiedades. Escala microestructural. Parámetros microestructurales. Cristalografía, índices de Miller, direcciones.

Análisis de estructuras cristalinas por difracción

Dispersión de la radiación por cristales. Ecuación de Laue y Ley de Bragg, esfera de Ewald. Espacio recíproco. Factor de forma atómico para rayos X y

factor de estructura. Métodos de difracción por rayos X: método de Laue para monocristales, cuna de Euler para textura y difracción de materiales policristalinos. Ensanchamiento de picos de difracción (tamaño de grano y microdeformaciones). Difracción de electrones. Microscopio TEM en modo difracción. Dispersión elástica de electrones. Factor de forma atómico para electrones, patrón de anillos, patrón de eje de zona, patrones de Kikuchi. Práctica de Laboratorio: Difracción de rayos X en materiales policristalinos.

Microscopía óptica

Optica geométrica. Formación de imágenes. Resolución. Profundidad de campo. El microscopio óptico. Contraste: reflexión y absorción de la luz, campo claro y campo oscuro, interferencia, luz polarizada. Imágenes digitales. Microscopía confocal. Práctica demostrativa.

Microscopía electrónica de transmisión (TEM)

El microscopio TEM en modo imagen. Contraste por difracción, campo claro, campo oscuro, condición de dos haces. Contraste por espesor y doblado, precipitados esféricos coherentes, dislocaciones y fallas de apilamiento. Microscopía electrónica de alta resolución, contraste de fase. Función de transferencia de contraste, aberración esférica, desenfoque. Transformada de Fourier de las imágenes. Resolución punto a punto. Defoco de Scherzer. Cañones de electrones. Modo barrido STEM, campo oscuro anular, contraste en Z, filtrado en energía. Práctica de Laboratorio: Microscopía electrónica de transmisión.

Microscopía electrónica de barrido (SEM)

El microscopio SEM. Interacción de un haz de electrones con una muestra sólida. Señales emitidas. Modos de imágenes: electrones retrodispersados, electrones secundarios. Principio de la técnica EBSD. Microscopía por haz de iones focalizados FIB y preparación de muestras para TEM. Práctica de Laboratorio: Microscopía electrónica de barrido.

Análisis por sonda de electrones

Espectro de rayos-X de una muestra bombardeada con electrones. Espectro continuo y característico. Detectores de rayos X. Absorción de rayos X, fluorescencia. Análisis cuantitativo de la composición en SEM y TEM. Espectrómetros dispersivos en energía (EDS) y longitud de onda (WDS). Espectroscopía por pérdida de energía de los electrones (EELS) y aplicaciones. Práctica de Laboratorio: integrada a las prácticas en los microscopios SEM y TEM.

Módulo II: Propiedades Espectroscópicas

Objetivos del módulo

Introducir conceptos de espectroscopía, principalmente usando fotones, en un amplio rango de energías desde las radiofrecuencias a los rayos X. Incorporar conocimientos sobre los métodos experimentales y la física de las excitaciones estudiadas. Describir ejemplos de aplicación.

Introducción

- Conceptos generales de espectroscopía. Fotones. Índice de refracción y absorción. El caso del agua. Dispersión elástica (Rayleigh) e inelástica.
- Ensanchamiento homogéneo e inhomogeneo de líneas espectrales. Sistema de dos niveles.
- Función dieléctrica, reflectividad, modelos de Lorentz y de Drude, frecuencia de plasma, fuerza de oscilador. Relaciones de Kramers-Kronig. Elipsometría espectroscópica.
- Modelo cuántico para la función dieléctrica en sólidos. Probabilidad de transición, regla de oro de Fermi. Absorción. Dispersión. Resonancias. Densidad combinada de estados.

Fenómenos de baja energía

-Resonancia Magnética Nuclear. Implementación experimental. Técnicas con transformada de Fourier. Corrimiento químico. Tiempos de relajación T1, T2, T2*. Ecuaciones de Bloch. NMR pulsado: secuencias 90° y spin-eco, secuencia 180°-90°. Ángulo mágico de rotación para NMR. Knight Shift. Espectroscopía e imágenes por NMR. Ejemplos experimentales.

-Resonancia Paramagnética Electrónica: Ecuaciones de Bloch, tiempos de relajación T1 y T2, susceptibilidad compleja. Formas de línea: ensanchamiento dipolar, motional narrowing, angostamiento por intercambio. Relajación a la red vía fonones (procesos directo, Raman, Orbach) y electrones (Korringa). Hamiltoniano de spín efectivo: interacciones Zeeman, campo cristalino, hiperfina, cuadrupolar. Ejemplos experimentales.

- Práctica experimental #1: Resonancia Paramagnética Electrónica. Determinación de T1 y T2.

Fenómenos de energía intermedia

- Espectroscopía Infrarroja: NIR, MIR, FIR, modos roto-vibracionales en moléculas. Potencial de Morse. Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier. Reglas de selección. Ejemplos experimentales.
- Práctica experimental #2: Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier. Modos roto-vibracionales, los casos de CO y CO₂.
- Espectroscopía óptica: Deducción de la estructura de niveles de energía en átomos. Aproximación de campo central. Interacción spin-órbita. Efectos del núcleo en la estructura atómica: estructura hiperfina. Efectos de la aplicación de un campo magnético: Interacción Zeeman. Series de Balmer, el caso del H y del Na. Efectos isotópicos. Reglas de selección. Método experimental, fuentes, espectrómetros, detectores. Ejemplos experimentales.
- Efecto Raman: líneas Stokes y antiStokes, relación entre las intensidades, efecto de la simetría el cristal, tensor Raman. Ejemplos experimentales.
- Práctica experimental #3: Espectroscopía óptica de átomos y sólidos. Espectroscopía Raman de vibraciones en moléculas y sólidos.

Fenómenos de alta energía

- Fluorescencia de rayos-X, fotoionización, competencia entre recombinación radiativa (análisis EDX) y emisión de electrones Auger.
- Espectroscopía de fotoelectrones: Auger, XPS, UPS.
- Ejemplos experimentales

4.- Evaluación:

Es condición tener todos los informes de prácticas experimentales presentados y aprobados.

La evaluación incluye un examen final.

La calificación de la materia se basa en el examen final y en las notas de los informes de laboratorio.

5.- Bibliografía:

Principales textos para Módulo I:

- Microstructural Characterization of Materials, 2nd Ed., David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiley & Sons, 2008
- An Introduction to crystallography, Phillips FC, Longmans, London, 1963
- Fundamentals of crystallography, C. Giacovazzo (Editor), IUCr texts on crystallography 2, Oxford Science Publications, 1992.
- X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials. Harold P. Klug, Leroy E. Alexander, John Wiley & Sons. 2nd Ed, 1974.
- Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging, Douglas B. Murphy, John Wiley & Sons, 2001.
- Transmission Electron Microscopy, A Textbook for Materials Science, David B Williams, C Barry Carter, 2nd Ed. Springer, 2009.
- Physical Principles of Electron Microscopy, An Introduction to TEM, SEM, and AEM, Ray F. Egerton, Springer, 2005.
- Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis, Goldstein J, New York, Plenum, 1992.
- Microanalyse et Microscopie Electronique a Balayage, Maurice F, Meny L et Tixier R, Les Editions de Physique, Cedex, 1978.

Principales textos para Módulo II:

- Atomic Physics (Lecture), P. Ewart
- Solid State Spectroscopy, H. Kuzmany, Springer, 1998.
- Handbook of Applied Solid State Spectroscopy, D. R. Vij, Springer, 2006.
- Fundamentals of Semiconductors, Physics and Materials Properties, P. Y. Yu and M. Cardona, Springer 2010.
- Spin Dynamics, Basics of Nuclear Magnetic Resonance, M. H. Levitt, Wiley&Sons 2007
- Physical Chemistry, P. Atkins and J. de Paula, Oxford University Press.