
CURSO Teórico Práctico

Microscopía Electrónica Analítica y su Aplicación en el Estudio de Catalizadores

Lugar: Aula 1, Plapiqui, Complejo Carrindanga Km 7

Duración : 5 días, 4 horas diarias

Horario primer clase: Lunes 6 de febrero 9 hs

Dr. Jesús A. Arenas Alatorre
Investigadores Instituto de Física UNAM

OBJETIVO:

Dar a una visión amplia y actualizada del estado del arte en el campo de la Microscopía Electrónica Analítica de Barrido y de Transmisión aplicada al estudio de catalizadores.

TEMARIO

I.- GENERALIDADES

1. Microscopía Óptica (MO) vs Microscopía Electrónica (ME)
2. Interacción haz electrónico-muestra
3. El sistema de iluminación (emisión termoiónica y de campo)
4. Aberraciones (Coma, aberración esférica, astigmatismo)

II.- MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DE EMISIÓN DE CAMPO (FESEM)

1. Diseño de un SEM
2. Interacción de muestra-haz electrónico
3. Formación de imágenes en el SEM
 - a) Proceso de formación de imágenes
 - b) detectores
4. Comparación entre un SEM de emisión termoiónica y uno de emisión de campo.
5. Microanálisis
 - a) Detectores de Espectroscopia por Dispersión de Energía de Rayos X (EDS).
 - b) Espectroscopia por Dispersión de Longitud de Onda (WDS) y Fluorescencia de Rayos X (XRF).
 - c) Análisis cualitativo.
 - d) Análisis cuantitativo
- 7.- Preparación de muestras

III.- MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN

1. Diseño de un TEM
2. Difracción electrónica
 - a) Estructura cristalina
 - b) Red recíproca
 - c) Índices de Miller
 - d) Factor de estructura
 - e) Condiciones de Von Laue
 - f) Esfera de Ewald
 - g) Indexación de patrones de difracción electrónica.

3. Interpretación de las imágenes de TEM
 - a) Imagen de campo claro y campo oscuro.
 - b) Microscopía Electrónica de Alta Resolución (HRTEM)
 - c) Simulación de Imágenes: Software simulaTEM.

IV.- TÉCNICAS DE TEM DE RELEVANCIA ACTUAL

- 1.- Microscopía Electrónica de Barrido-Transmisión (STEM)
 - a) Alta resolución en STEM
 - b) Campo Oscuro con Detector Anular a Gran Angulo (HAADF ó contraste Z)
 - c) Cuantificación de átomos en columnas atómicas con ayuda de imágenes obtenidas por HR-HAADF y software especializado.

V. PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL TEM

- a. Rejillas para TEM y su preparación
- b. Preparación de polvos
- c. Preparación de muestras metálicas.
- d. Preparación de cerámicas, vidrios y minerales.
- e. Preparación de polímeros

VI.- TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS EN TEM.

- a) Espectroscopia por Dispersión de Energía de Rayos X (EDS).
- b) Espectroscopia por Pérdida de Energía de Electrones (EELS).

VII.- PRÁCTICAS SUGERIDAS

1. Indexación de patrones de difracción
2. Identificación de fase cristalina y eje de zona en imágenes de HRTEM (imágenes de aceros)
3. Simulación de imágenes de HRTEM con ayuda del software simula_TEM
4. Identificación de fases y análisis cuantitativo en imágenes de HR-HAADF (software STEM_Cell)

REFERENCIAS

- 1.- David B. Williams and C. Barry Carter (2004) Transmission electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Plenum Press, New York.
- 2.- J.W. Edington (1976) Practical Electron Microscopy Materials Science.
- 3.- P.J. Goodhew and F.J. Humphreys, 1988, Electron Microscopy and Analysis, Edit. Taylor & Francis, London.
- 4.-M. Von Heimendahl, 1980,.Electron Microscopy of Materials, Academic Press, New York.
- 5.- J. A. Belk, 1979, Electron Microscopy and Microanalysis of Crystalline Materials, Applied Science Publishers LTD, London.
- 6.-P.B.Hirsh, A.Howie, R.B. Nicholson, D.W Pashley and M.J.Whelan, 1969, Electron Microscopy of Thin Crystals, Butterworths, London.
- 7.. G. Thomas and M.J. Goringe, 1979, Transmission Electron Microscopy of Materials, John Wiley & Sons, New York.
- 9.- Goldstein J.I., Newbury D.E, Chelín O., Loy D.C., Fiori Ch. Lifshin E. (1981). "Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis". Plenum Press, New York London.
- 10.- Vincenzo Grillo, EnzoRotunno. STEM_CELL: A software tool for electron microscopy: PartI—simulations. Ultramicroscopy 125 (2013) 97–111.
- 11.- A. Gómez-Rodríguez, L.M.Beltrán-del-Río. SimulaTEM: Multislice simulations for general objects. Ultramicroscopy 110 (2010) 95–104.