

## **Programa detallado de actividades del curso “Fundamentos de la microscopía electrónica de barrido y microanálisis elemental con sonda de electrones”**

Curso de posgrado válido para la carrera de doctorado Facultad de Ciencias Exactas, UNLP

Docente responsable: Dr. Alberto Caneiro

El curso tendrá una duración de 45 horas, distribuidos en 20 horas de clases teóricas, 10 de resolución de problemas y 15 de prácticas de laboratorio. Con examen escrito.

### **1. Microscopía Electrónica de Barrido**

- 1.1. Interacción de un haz de electrones con una muestra sólida. Espectro de emisión de electrones. Estimación de la longitud de penetración de electrones en una muestra sólida, stopping power.
- 1.2. Física de la emisión electrónica ( $e_{sec}$ ). Conceptos de camino libre medio, electrones secundarios excitados por el haz primario, condiciones de contorno en la superficie, estimación de la emisión electrónica secundaria, emisión electrónica de una superficie en función de la energía del haz incidente, emisión secundaria en función de la orientación de la superficie.
- 1.3. Física de la emisión de electrones retrodispersados ( $e_{retro}$ ). Sección eficaz de Rutherford, efecto de apantallamiento, sección eficaz elástica de retrodispersión, sección eficaz elástica total, principio de superposición lineal, método de Monte Carlo.
- 1.4. Otros tipos de contrastes: corriente absorbida, contraste de potencial, contraste por presencia de dominios magnéticos, contraste por orientación cristalográfica de granos. Fundamentos de la técnica EBSD (Electron Back Scattered Diffraction).
- 1.5. Tecnología de un SEM, cañones de electrones, lentes, detectores.

### **2. Microanálisis elemental con sonda de electrones**

- 2.1. Espectro de emisión de rayos-X de una muestra bombardeada con electrones. Números cuánticos, acoplamiento spin-órbita. Mecanismos de desexcitación, transiciones radiativas, emisión de electrones Auger, rendimiento por fluorescencia y rendimiento Auger. transiciones de Coster-Kröning. Sección eficaz de ionización, fracción de línea, estimación de la emisión característica generada.
- 2.2. Absorción de rayos-X, efecto fotoeléctrico, bordes de absorción, factor de absorción, función  $\varphi(\rho, z)$ , modelos, fluorescencia, cálculo de la intensidad de rayos-X característicos generados que llegan al detector, factor R, utilización de patrones, método ZAF. Detectores EDS de Si(Li), SDD y WDS.

Se distribuirán 2 guías de problemas y se discutirán las soluciones de los mismos.

Dependiendo del número de alumnos que asistan al curso se puede llegar a formar dos grupos, los cuales se alternarán entre resolución de problemas y prácticas de laboratorio.

**Bibliografía:**

- *Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis 3<sup>rd</sup> edition*, Goldstein, J., New York, Plenum, 2007
- *Microanalyse et Microscopie Electronique à Balayage*, Maurice F., Meny, L. et Tixier, R., Les Éditions de Physique. Cedex, 1978.
- *Application and Prospect of high resolution EBSD*, Kyuhwan Oh, Seoul National University