



Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Nacional de San Luis
 Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales
 Departamento: Física
 Area: Area II: Superior y Posgrado

(Programa del año 2008)
 (Programa en trámite de aprobación)
 (Presentado el 31/03/2008 12:01:25)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
OPTATIVA I	LIC. EN FISICA	2/00	4	1c

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
---------	---------	-------	------------

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	5 Hs	4 Hs	Hs	9 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	1 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
17/03/2008	23/06/2008	14	126

IV - Fundamentación

Los procesos originados en la interacción de electrones con la materia representan actualmente un tema de investigación de gran interés. Ello se debe por un lado a su utilidad en la determinación de parámetros de importancia en física básica, como también a su aplicación en distintas técnicas de caracterización de muestras basadas en la espectrometría de rayos x.

En la presente Materia Optativa se propone estudiar en sus aspectos básicos las técnicas Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Microanálisis con Sonda de Electrones (EPMA), profundizando en los procesos físicos involucrados en los mecanismos de excitación de las muestras, la detección y el posterior análisis de las señales emitidas.

A través del desarrollo de estos contenidos se introducirá al alumno en un campo de la física experimental cuyas aplicaciones naturales se encuentran en la Física Atómica y Molecular, la Materia Condensada y la Físico Química.

V - Objetivos

- Introducir a los alumnos en el aprendizaje y manejo de la Microscopía Electrónica de Barrido, y de sus posibilidades analíticas de microanálisis de rayos x.
- Lograr el entendimiento de los principios físicos básicos de funcionamiento de estas técnicas.
- Adquirir los conocimientos necesarios sobre estas técnicas que les permitan decidir la forma de análisis más adecuada de diferentes clases de muestras.

VI - Contenidos

Unidad 1: Interacción de Electrones con la Materia.

Trayectoria de los electrones en una muestra. Volumen de interacción. Simulación de trayectoria de electrones por el método de Monte Carlo. Influencia sobre el volumen de interacción de la energía del haz, del número atómico, y del ángulo de incidencia. Medición del volumen de interacción. Rango de los electrones. Rango para una muestra inclinada. Rayos X. Emisión del continuo. Radiación característica. Niveles de energía. Energía de ionización crítica. Fracciones de línea.

Absorción de rayos x.

Unidad 2: Microscopía Electrónica de Barrido (SEM).

Magnificación y resolución de imágenes. Focalización. Ruido en las imágenes. Imágenes topográficas. Imágenes de electrones secundarios (SE) y retrodispersados (BSE). Resolución espacial. Imágenes composicionales. Discriminación del número atómico. Resolución espacial en las BSE imágenes. Otras clases de imágenes. Contraste magnético. Imágenes de catodoluminiscencia. Microscopía Auger de barrido.

Unidad 3: Microanálisis con sonda de electrones.

Interacciones elásticas e inelásticas. Bremsstrahlung. Señales detectadas en una microsonda. Electrones secundarios, retrodifundidos y Auger. Espectro de rayos x. Distribución de ionizaciones. Intensidad de rayos x emitidos. Partículas y muestras rugosas. Algunos modelos de corrección: Gaussiana modificada, Parabólico y Cuadrilateral. Aspectos instrumentales y experimentales. Control de la corriente del haz. Portamuestra. Vacío. Preparación de las muestras. Daño por irradiación. Elección de las condiciones experimentales. Detectores de electrones. Técnicas complementarias

Unidad 4: Espectrómetros de Rayos X.

Espectrómetros dispersivos en longitudes de onda (WDS). Detectores de rayos x. Resolución en energía. Picos de escape. Tiempo muerto. Espectrómetros dispersivos en energías (EDS). Reflexión de Bragg. Resolución en energía. Eficiencia de un detector. Contadores Proporcionales. Picos de escape. Fluorescencia interna. Picos suma. Errores aleatorios. Errores sistemáticos. Tiempo muerto. Comparación entre un WDS y un EDS.

Unidad 5: Análisis Cualitativo

Análisis cualitativo con EDS. Líneas de rayos x. Pautas para un análisis cualitativo con EDS. Ejemplos. Análisis cualitativo con WDS. Medición de las líneas de rayos x. Pautas para un análisis cualitativo con WDS. Análisis cualitativo automático con EDS. Mediciones de los picos de rayos x y del fondo. Corrección del fondo. Corrección de solapamiento de picos en EDS y WDS.

Unidad 6: Análisis Cuantitativo

Aspectos Básicos. Ventajas del microanálisis de rayos x. Procedimiento. Correcciones por efecto de matriz. Producción de rayos x. Mínimo límite de detección. Factores ZAF en microanálisis. Efectos del número atómico. Efectos de la absorción y fluorescencia de rayos x. Tipos de correcciones. Advertencias.

Temas Complementarios:

- a) Radiación de Sincrotrón
- b) Teoría del Análisis Cuantitativo de Rayos x

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los Trabajos Prácticos consistirán en el uso de PC con software específico: SEM, Monte Carlo, AXIL y MULTI. Entre los que se prevé realizar se encuentran los siguientes:

- a) Procesamiento de espectros,
- b) Cálculo de efectos de matriz,
- c) Mínimo límite de detección,
- d) Análisis cualitativos,
- e) Análisis semicuantitativos,
- f) Análisis cuantitativos con espectrómetros EDS y WDS.

VIII - Regimen de Aprobación

Para la obtención de la regularidad es necesaria:

- a) La aprobación del 100% de las exposiciones orales.
- b) La aprobación del 100% de las actividades de prácticas de análisis de espectros.

La aprobación definitiva de la materia se obtiene a través de la exposición de un Trabajo de Investigación publicado en una

IX - Bibliografía Básica

- [1] "Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. A text for biologists, materials scientists and geologists", J. I. Goldstein, D. E. Newbury, P. Echlin, D. C. Joy, A. D. Romig Jr., C. E. Lyman, C. Fiori and E. Lifshin. Second edition, Plenum press, New York and London (1994).
- [2] "Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology", S.J.B. Reed. Cambridge University Press, Great Britain, (1996).
- [3] "X-ray Emission Spectroscopy", D.S. Urch, in Electron Spectroscopy: Theory, Techniques and Applications. C.R. Brundle, A.D. Baker (Eds.), Vol. 3. Academic Press, Londres, Cap. 1 (1979).
- [4] "Handbook of X-Ray Spectrometry, Methods and Techniques", R.E. Van Grieken, and A.A. Markowicz. Vol. 14, Dekker, New York (1993).
- [5] "Microanálisis Cuantitativo. Principios básicos y situaciones experimentales", J.A. Riveros de la Vega. Universidad de Barcelona, Barcelona (1994).
- [6] "Caracterización de materiales mediante fotones y electrones", G. Castellano. FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba (2006).

X - Bibliografía Complementaria

- [1] "Electron Probe Quantitation", G.F. Bastin, H.J.M. Heijligers. Eds.: K.F.J. Heinrich, D.E. Newbury, Plenum Press, New York, p. 145.(1991).
- [2] "Electron Probe Microanalysis", L.S. Birks. Wiley Interscience, New York, (1971).
- [3] "MULTI: an interactive program for quantitation in EPMA", J. Trincavelli, G. Castellano. X-Ray Spectrometry, 28, 194 (1999).
- [4] "AXIL-PC, software for the analysis of complex X-ray spectra", P. Van Espen, K.Janssens, J. Nobels. Chemometr. Intell. Lab. Syst 1, 109, (1986).

XI - Resumen de Objetivos

Adquirir los conocimientos necesarios sobre Microscopía Electrónica de Barrido y Microanálisis con Sonda de Electrones, que les permitan a los alumnos analizar con precisión diferentes clases de muestras.

XII - Resumen del Programa

Los contenidos de esta Materia Optativa están agrupados en seis unidades en las que se profundizan los siguientes temas:

- Interacción de Electrones con la Materia.
- Microscopía Electrónica de Barrido (SEM).
- Microanálisis con sonda de electrones.
- Espectrómetros de Rayos X.
- Análisis Cualitativo
- Análisis Cuantitativo

También está previsto el estudio de dos Temas Complementarios: Radiación de Sincrotrón y Teoría del Análisis Cuantitativo de Rayos x.

XIII - Imprevistos

Se espera poder desarrollar la materia según lo previsto.

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: