



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD MORELIA
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN
CIENCIA DE MATERIALES SUSTENTABLES
Programa de la asignatura



Microscopía Electrónica y Espectroscopia

Clave:	Semestre: 6°	Campo de conocimiento: Física y Química	No. Créditos: 8
Carácter: Obligatoria	Horas		Total de Horas
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 6	Práctica: 4	10
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: 8 semanas		
Seriación: No (x) Sí () Obligatoria () Indicativa ()			
Asignatura antecedente: Ninguna			
Asignatura subsecuente: Ninguna			
Objetivo general:			
Distinguir los principios físicos y químicos de los diferentes métodos de microscopías y espectroscopias utilizadas comúnmente en la caracterización de materiales. Aplicar estos conceptos y tecnologías en el análisis experimental de materiales sustentables.			
Objetivos específicos:			
1. Describir los fundamentos físicos y químicos asociados a las diferentes tecnologías para el análisis microscópico y espectroscópico de materiales.			
2. Asociar la instrumentación requerida con cada una de las técnicas estudiadas.			
3. Preparar las muestras requeridas para cada procedimiento.			
4. Aplicar los conceptos teóricos en la interpretación de resultados prácticos al caracterizar materiales sustentables con cada una de estas técnicas.			
Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Microscopía electrónica de barrido	9	6
2	Microscopía electrónica de transmisión	15	10
3	Microscopía de fuerza atómica	5	4
4	Espectroscopia de absorción infrarroja	3	2
5	Espectroscopia de absorción UV-visible	3	2
6	Espectroscopia de resonancia magnética nuclear	9	6
7	Espectroscopia de masas	4	2
Total de horas:		48	32
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático	
Unidad	Temas y subtemas
1	Microscopía electrónica de barrido 1.1. Interacción de electrones con materia. 1.2. Principio de funcionamiento del SEM. 1.3. Electrones secundarios y retrodispersados. 1.4. Energía de rayos X característicos y análisis de composición por EDS. 1.5. Preparación de muestras. 1.6. Imágenes con electrones secundarios y retrodispersados. 1.7. Aplicaciones.
2	Microscopía electrónica de transmisión 2.1. Fenómenos de difracción con materia. 2.2. El microscopio electrónico de transmisión y su óptica. 2.3. Fenómenos de dispersión. 2.4. Dispersión inelástica de electrones y espectroscopia. 2.5. Difracción de electrones y cristalografía. 2.6. Difracción de contraste en TEM. 2.7. Preparación de muestras. 2.8. Aplicaciones.
3	Microscopía de fuerza atómica 3.1. Principios de funcionamiento del AFM. 3.2. Tipos de puntas. 3.3. Modos de operación básica. 3.3.1. Tunelamiento STM. 3.3.2. Contacto intermitente. 3.3.3. Contacto. 3.3.4. Fuerza lateral. 3.3.5. Modo de fase. 3.4. Preparación de muestras. 3.5. Procesamiento de imágenes. 3.6. Aplicaciones.
4	Espectroscopia de absorción infrarroja 4.1. El proceso de absorción infrarroja. 4.2. Modos de doblamiento y estiramiento. 4.3. El espectrómetro de infrarrojo. 4.3.1. Espectrómetros dispersivos. 4.3.2. Espectrómetros por transformada de Fourier. 4.4. Preparación de muestras. 4.5. Ley de Beer-Lambert. 4.6. Aplicaciones.
5	Espectroscopia de absorción UV-visible 5.1. Excitaciones electrónicas. 5.2. Principios de la espectroscopia de absorción. 5.3. Instrumentación. 5.4. Preparación de muestras. 5.5. Aplicaciones.
6	Espectroscopia de resonancia magnética nuclear 6.1. Estados de espín nuclear y sus densidades de población. 6.2. Momentos magnéticos nucleares. 6.3. Energía de absorción y resonancia de absorción.

	6.4. Desplazamiento debido al entorno químico. 6.5. Efectos de bloqueo diamagnético. 6.5.1. Por electronegatividad. 6.5.2. Por hibridación. 6.5.3. Por acidez e intercambio de protones. 6.6. Acoplamiento o separación de espines. Triángulo de Pascal. 6.7. Instrumentación. 6.7.1. Equipos de onda continua. 6.7.2. Equipos de onda pulsada y transformada de Fourier. 6.8. Preparación de muestras. 6.9. Aplicaciones.
7	Espectroscopia de masas 7.1. Introducción al espectrómetro de masas. 7.2. Preparación de muestras. 7.3. Métodos de ionización. 7.3.1. Ionización de electrones. 7.3.2. Ionización química. 7.3.3. Técnicas de ionización-desorción (SIMS, FAB y MALDI). 7.3.4. Ionización por electro-aerosol. 7.4. Análisis de masas. 7.4.1. Analizador de sector magnético. 7.4.2. Analizador de doble enfoque. 7.4.3. Analizador de cuadrupolo. 7.4.4. Analizador de tiempo de vuelo. 7.5. Detección y cuantificación, el espectro de masas. 7.6. Determinación de peso y fórmula molecular. 7.6.1. Determinación precisa de masa. 7.6.2. Razón de isótopos. 7.7. Análisis estructural. Regla de Stevenson. 7.8. Aplicaciones.

Bibliografía básica:

González, R. (1991). *Microscopía electrónica*. Madrid: Eudema.
 Flegler, S.L., Heckman, J.W. & Klomparens, K.L. (1993). *Scanning and transmission electron microscopy: An introduction*. Oxford: Oxford University Press.
 Eaton, P. y West, P. (2010). *Atomic force microscopy*. Oxford: Oxford University Press.
 Requena Rodríguez, A. (2004). *Espectroscopia*. Madrid: Pearson Educación.
 Ximenez Herraiz, L. (1982). *Espectroscopia de absorción atómica*. Madrid: Publicaciones analíticas.
 Pavia, D.L., Lampman, G.L., Kriz, G.S. & Vyvyan, J.R. (2009). *Introduction to spectroscopy*. California: Brooks/Cole, Cengage Learning.

Bibliografía complementaria:

Goldstein, J., Newbury, D.E., Joy, D.C., Lyman, C.E., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L. & Michael, J.R. (2003). *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis*. EUA: Springer Science + Business Media.
 Williams, D.B. & Carter, C.B. (1996). *Transmission electron microscopy: a textbook for materials science*. USA: Plenum Press.
 Bowen, W.R. & Hilal, N. (2009). *Atomic force microscopy in process engineering: an introduction to AFM for improved processes and products*. United Kingdom: Oxford – Elsevier.
 Gauglitz, G. & Vo-Dinh, T. (Ed.). (2003). *Handbook of spectroscopy*. Weinheim: Wiley-VCH.
 Yacamán, J. M. y Reyes, J. (1995). *Microscopía electrónica: una visión del microcosmos*. México: Fondo de Cultura Económica.

Sugerencias didácticas:		Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos:	
Exposición oral	(x)	Exámenes parciales	(x)
Exposición audiovisual	(x)	Examen final escrito	(x)
Ejercicios dentro de clase	(x)	Trabajos y tareas fuera del aula	(x)
Ejercicios fuera del aula	(x)	Exposición de seminarios por los alumnos	(x)
Seminarios	(x)	Participación en clase	(x)
Lecturas obligatorias	(x)	Asistencia	(x)
Trabajo de investigación	(x)	Seminario	(x)
Prácticas de taller o laboratorio	(x)	Otras: Bitácora, reporte de trabajo de investigación	(x)
Prácticas de campo	()	Portafolios	
Otras: Aprendizaje basado en proyectos	(x)		
Perfil profesiográfico:			
Físico, Químico o Ingeniero Químico, de preferencia con Doctorado en un área afín. Con experiencia docente.			