

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE INGENIERIA - INSTITUTO DE METALURGIA
POSGRADO EN INGENIERIA DE MINERALES

MATERIA: TÉCNICAS AVANZADAS EN CARACTERIZACIÓN DE MINERALES Y MATERIALES

CLAVE:

NUM. DE CREDITOS: 7

TIPO DE MATERIA:

PROPEDEUTICA []
BÁSICA [X]
BÁSICA DE LÍNEA []
OPTATIVA []

DURACION DEL CURSO:

64 horas/Semestre

HRS SEMANA DE TEORIA:

3 horas

HRS SEMANA DE LABORATORIO:

1 horas

MATERIAS ANTECEDENTES:

No se requiere

I. JUSTIFICACION:

Las técnicas de caracterización más recientes aplicadas a minerales y materiales, cada vez tienen mayor auge y es necesario que el estudiante conozca las mismas, su fundamento y alcances, así como también el conocer el panorama general que le permita decidir que técnicas de caracterización son las más adecuadas para resolver un problema específico. La gama de minerales y materiales es muy grande por lo cual también es necesario que el estudiante conozca como preparar y caracterizar por ejemplo minerales desde su origen, en etapas intermedias de procesamiento, productos finales, residuos, contaminantes, sólidos inorgánicos y orgánicos, cerámicos, metales, polímeros, etc.

II. OBJETIVOS DEL CURSO:

Dar a conocer los principios básicos que rigen el funcionamiento de las técnicas de caracterización que pueden aplicarse a la caracterización de minerales y materiales. Aprender a utilizar el equipo y herramientas que se utilizan en la caracterización de minerales y materiales. Conocer el panorama de aplicaciones de las técnicas de caracterización y su alcance en el estudio de minerales y otros materiales.

III. TEMARIO DEL CURSO

TEMA 1. Introducción a la Caracterización Avanzada

6 horas

Objetivo: Dar a conocer al alumno las herramientas de caracterización actuales y conocer sus alcances. Analizar las posibilidades del tipo de materiales que se

pueden estudiar y conocer los tipos de problemas que se pueden resolver a través de la caracterización de materiales.

1.1. Semblanza histórica en la caracterización de minerales

- 1.1.1 La caracterización de minerales en el pasado y su evolución
- 1.1.2 Desarrollo y alcance de las técnicas modernas de caracterización

1.2. Las técnicas de caracterización avanzada

- 1.2.1. Clasificación general de las técnicas de caracterización modernas
- 1.2.2. Descripción general de las técnicas de caracterización modernas
 - 1.2.2.1. Difracción de rayos X
 - 1.2.2.2. Microscopía electrónica de barrido y transmisión
 - 1.2.2.3. Microscopía de fuerza atómica y tunelamiento
 - 1.2.2.4. Microsondas: EDS, WDS, PIXE, SIMS, AES, LIMS, XPS

1.3. Análisis comparativo entre las técnicas de caracterización

- 1.3.1. Alcances de las técnicas de microscopía modernas
- 1.3.2. Alcances y límites de detección de las microsondas

1.4. Panorama de aplicaciones de las técnicas de caracterización de minerales y materiales

- 1.4.1. Gama de aplicaciones: minerales, residuos, contaminantes, pigmentos, aleaciones, químicos orgánicos e inorgánicos, materiales refractarios, etc.
- 1.4.2. Tipo de problemas industriales que se pueden resolver a través de la caracterización.

TEMA 2. Importancia del Conocimiento de la Mineralogía en la Caracterización de Minerales

8 horas

Objetivo: Dar a conocer al alumno la naturaleza de los minerales y su clasificación. Que el alumno comprenda que aunque una especie mineral mantiene siempre una composición estequiométrica, generalmente existen numerosos casos de variaciones en la composición dando lugar a soluciones sólidas. El desconocimiento de lo anterior daría lugar a interpretaciones erróneas durante la caracterización de los minerales.

2.1. La naturaleza de los minerales

2.2. La estructura cristalina: redes cristalinas e identificación de planos en una red.

2.3. Cristalografía de los minerales, tipos de sitios y posibilidades de sustitución.

2.4. Clasificación de los minerales

2.5. Tipos de uniones entre especies minerales y la relación entre la forma y tamaño de las partículas.

TEMA 3. Caracterización por difracción de Rayos X

10 horas

(8 horas de teoría y 2 horas de laboratorio)

Objetivo: Conocer los principios básicos de la difracción de rayos X, aprender a relacionar los conceptos básicos de la cristalografía asociados e interpretar patrones de difracción de rayos X.

3.1. Introducción y aplicaciones

3.1.1. Alcances y límite de detección

3.1.2. Preparación de muestras

3.2. Principio de la difracción de rayos X y ley de Bragg

3.2.1. Ley de Bragg

3.2.2. Difractogramas asociados a distintos tipos de redes cristalinas

3.2.3. Interrelación de planos cristalográficos con los parámetros de red
Influencia de elementos en solución sólida en los parámetros una red cristalina

3.3. Interpretación de un difractograma, obtención de parámetros de redes cristalinas

3.3.1. Compuestos cristalinos puros

3.3.2.1. Identificación de una fase

3.3.2.2. Identificación de la red cristalina

3.3.2.3. Obtención de parámetros de la celda unitaria

3.3.2. Mezclas de especies minerales

3.3.2.4. Identificación de fases por el método Hanawalt

3.3.2.5. Seguimiento de una reacción química

3.3.2.6. Seguimiento de cambios durante el procesamiento de minerales

3.4. Sesiones prácticas

3.4.1. Preparación y montaje de muestra

3.4.2. Funcionamiento y partes del difractómetro

3.4.3. Corrida de una muestra e identificación de las fases.

TEMA 4. Caracterización por Microscopía Electrónica de Transmisión 8 horas

(6 horas de teoría y 2 horas de laboratorio)

Objetivo: Comprender los fundamentos de la microscopía electrónica de transmisión, formación de tipos de imágenes e interpretación de redes recíprocas.

4.1. Introducción y aplicaciones

4.2. Técnicas de preparación de muestras

4.3. Fundamentos de la microscopía electrónica de transmisión

4.4. Formación de imagen, concepto de espacio recíproco y su interpretación.

3.4.1. Identificación y cálculo de parámetros de celda unitaria a partir de una red recíproca

3.4.2. Empleo de programas computacionales en la identificación de estructuras cristalinas

TEMA 5. Caracterización por Microscopía Electrónica de Barrido 10 horas

(6 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: El alumno aprenderá los fundamentos de la microscopía electrónica de barrido y adquirirá las bases para preparar y analizar cualquier tipo de muestras sólidas mediante el uso directo de la técnica.

5.1. Introducción y aplicaciones

5.2. Fundamentos de la microscopía electrónica de barrido

5.2.1. Estructura y funcionamiento del microscopio electrónico de barrido

5.2.2. Sistemas de detección de imágenes en la SEM: electrones secundarios y retrodispersados.

5.2.3. Precauciones durante la operación del SEM.

5.3. Control de variables en la obtención de imágenes en función del tipo de muestra

5.3.1. Preparación de las muestras

5.3.2. Selección del voltaje de aceleración

5.3.3. Selección de la corriente de la muestra

5.3.4. Selección de la distancia de trabajo

5.3.5. Corrección de aberraciones en la imagen

5.3.6. Problemas asociados a la saturación y alineación del haz.

5.4. Sesiones prácticas

TEMA 6. Técnicas de Microanálisis acopladas a la Microscopía Electrónica 10 horas

(6 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: El alumno aprenderá a utilizar técnicas de microanálisis acopladas a la microscopía electrónica de barrido y adquirirá las bases para interpretar la información química obtenida cualitativa y cuantitativamente, así como las limitaciones y alcances de las técnicas.

6.1. Introducción y aplicaciones

6.2. Principios básicos de la espectroscopia de absorción y emisión

6.3. Espectrometría por Energía Dispersa (EDS)

6.4. Espectrometría por Longitud de Onda (WDS).

6.5. Diferencias técnicas y de aplicación entre EDS y WDS

6.6. Sesiones prácticas

TEMA 7. Combinación de Técnicas Avanzadas de Caracterización 4 horas

Objetivo: El alumno comprenderá que en numerosos casos una técnica de caracterización resulta ser una herramienta complementaria dentro del empleo integral de distintas técnicas para resolver un problema de caracterización.

7.1. Identificación de fases complejas por SEM-EDS-WDS-TEM

7.2. Sistemas integrados avanzados de caracterización.

7.3. Principios de análisis de imágenes aplicados a en sistemas avanzados automatizados.

TEMA 8. Caracterización por Microscopía de Rastreo (SPM) 8 horas

(4 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: Aprender los fundamentos de las microscópicas de raestreo (SPM), y a utilizar microscopia de fuerza atómica y microscopia de tunelamiento para caracterizar minerales y materiales.

- 8.1 Introducción**
- 8.2 Tipos de microscopias de raestreo (SPM)**
- 8.3 Fundamentos de la microscopia de tunelamiento**
- 8.4 Fundamentos de la microscopia de fuerza atómica**
- 8.5 Aplicaciones de SPM**
- 8.6 Practicas de laboratorio**

IV. METODOLOGÍA.

La mayor parte del curso orientado a la aplicación práctica de las técnicas de caracterización de mayor acceso para lo cual se presentan los fundamentos y tipos de problemas frecuentes en la preparación y caracterización de minerales y materiales. Las sesiones teóricas y de laboratorio son de tipo interactivo entre profesor y alumnos en donde se considera de una manera didáctica distintos tipos de materiales, y además casos de interés de los propios estudiantes. Se presenta también el alcance de otras técnicas avanzadas de menor acceso para dar un panorama global de los avances más recientes en caracterización de materiales.

V. FORMA DE EVALUACION.

Aplicación de tres exámenes escritos, participación en clase, realización y discusión de tareas y y evaluación de reportes de prácticas de laboratorio.

| | |
|---|-----|
| Tareas, informes de prácticas y participación | 40% |
| Exámenes (tres exámenes) | 60% |

VI. BIBLIOGRAFIA

BÁSICA

1. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Autor: Donald Askeland. Editorial: Cengage Learning Editores (2011), 952 páginas. ISBN-10: 6074816204, ISBN-13: 978-6074816204
2. Técnicas de Análisis y Caracterización de Materiales. Autor: Consuelo Goberna Selma. Editor: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2015) ISBN-10: 8400080939, ISBN-13: 978-8400080938
3. Caracterización de Materiales: Avances Teóricos y Experimentales de la Metodología de la Difracción

Autor: Vv.Aa, Jordi Rius Palleiro. Editor: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2015). ISBN-10:8400072847, ISBN-13:978-8400072841.

4. Microscopía Electrónica: Una Visión del Microcosmos
Autores: José Reyes Gasca, Miguel José Yacamán
Editorial: Fondo de Cultura Económica; Edición: 1 (1998), 143 páginas
ISBN-10: 9681646215, ISBN-13: 978-9681646219.
5. Andrews K. W. y Dyson D. J. (1980). Electron Diffraction Patterns. Hilgers-Watts LTD London.
6. Beeston B.E.P., Horne R.W., Markham R. (1990). Electron Diffraction and optical diffraction techniques, Audrey M. Glauert.
7. Doyen G. and Drakova D., (2002). The physical Principles of STM & AFM operation, Wiley-VCH, New York, 2002).
8. Goodhew, P. J., Humphereys, F. J., (1988). Electron Microscopy and Analysis. Taylor & Francis (London, Great Britain).
9. Hurlbut C. S. y Klein C (1995). Manual de Mineralogía de Dana. Editorial Reverté, S. A.
10. Joy, D. C., Roming, A. D., Goldstein, J. I., (1989). Principles of Analytical Electron Microscopy. Plenum Press (New York, U.S.A.).
11. Watt, I. M. (1989). The principles and practice of electron microscopy, Cambridge University press Great Britain.

COMPLEMENTARIA

12. Teoría Básica de Microscopía Electrónica de Transmisión. Autor: Jose Edgar Alfonso O. Editor: Universidad Nacional de Colombia (2010). ISBN-10: 9587193717, ISBN-13: 978-9587193718
13. Giacovazzo C., (1998). Fundamentals of crystallography, International Union Crystallography.
14. Hammond Christopher (1998). The basics of crystallography and diffraction, IUCr. Oxford Science Publications.
15. Magonov and Whangbo (1996). Surface analysis with STM and AFM: Experimental and theoretical aspects of image analysis, Wiley-VCH, New York.
16. Sibilía (1988). A guide to materials characterization and chemical analysis. Editado por John P., VCH Publishers, Inc.
17. Thompson-Russell, Edington J. W., (1977). Electron microscope specimen preparation techniques in materials science, K. C. The Gresham Press.
18. Von Heimendahl M., (1980). Electron microscopy of materials an introduction, Academic Press.
19. Willard, H. H., Merritt, L. L., Jr., Dean, J. A., Settle, F. A., Jr., (1991). Métodos Instrumentales de Análisis. Grupo Editorial Iberoamérica (México, D. F.).
20. Williams D. B. (1996). Transmission electron microscopy , Plenum Press.