



MATERIA: CRISTALOGRAFIA GENERAL

DATOS GENERALES:

Descripción:	En este curso se abordan los conocimientos básicos que definen a un sólido cristalino, la simetría presente en ellos y cómo se relaciona con sus propiedades características haciendo uso de la Teoría de Grupos. Se ponen en práctica las habilidades de los estudiantes para aplicar los conceptos adquiridos a través del desarrollo de un proyecto que incluye el crecimiento cristalino, su análisis de simetría y caracterización estructural.
Seriación y Correlación:	Subsecuentes: Termodinámica, Física Moderna
	Consecuentes: Optativas.
Objetivo:	<p>Comprender los fundamentos teóricos y prácticos de la cristalografía y su importancia en diversas áreas científicas como la física, química, biología y la tecnología de dispositivos electrónicos y ópticos.</p> <p>Desarrollar la capacidad de resolver problemas prácticos relacionados con la determinación de la estructura cristalina de materiales mediante la interpretación de patrones de difracción y la aplicación de métodos de refinamiento.</p> <p>Desarrollar habilidades de comunicación oral y escrita, a través de la presentación de informes de laboratorio, la exposición de resultados y la redacción de trabajos científicos relacionados con la cristalografía</p>
Objetivos específicos:	<ul style="list-style-type: none">● Familiarizarse con las propiedades físicas y químicas de los materiales cristalinos y su relación con su estructura y simetría.● Aprender a utilizar software y herramientas computacionales especializadas en la cristalografía, para realizar cálculos, simulaciones y representaciones gráficas de estructuras cristalinas.● Adquirir las habilidades para aplicar los métodos de crecimiento cristalino en la obtención de un monocristal, así como analizar y describir la estructura cristalina de diversos materiales utilizando técnicas de difracción de rayos X y otras técnicas de caracterización.● Estimular la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el curso en proyectos de investigación y desarrollo científico, y en la resolución de problemas reales relacionados con la cristalografía.



Horas totales del curso:	(90) horas presenciales + (70) horas de autoestudio=160 horas totales
Creditos	9 creditos

REVISIONES Y ACTUALIZACIONES:

Líneas de investigación:	Estado Sólido
Autores o Revisores:	Dra. María Leticia Pérez Arrieta Dr. José Juan Ortega Sigala
Fecha de actualización por academia:	1 de noviembre de 2023
Sinopsis de la revisión y/o actualización:	No aplica

PERFIL DESEABLE DEL DOCENTE:

Disciplina profesional:	Doctorado en Ciencias
Experiencia docente:	Experiencia profesional docente mínima de dos años



ÍNDICE TEMÁTICO:

TEMA:	SUBTEMA
Introducción a la Cristalografía	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia de los cristales en la tecnología • Definición de un cristal • Isomorfismo y polimorfismo • Leyes de la Cristalografía • Forma y Hábito cristalino
Formación y crecimiento de cristales	<ul style="list-style-type: none"> • Termodinámica de la cristalización • Nucleación homogénea y heterogénea • Métodos de crecimiento cristalino a) Crecimiento sólido: Transformación de fase Sólido – Sólido b) Crecimiento líquido: Transformación de fase Líquido – Sólido Solución a alta y baja temperatura (un componente y multi-componentes) Hidrotérmico Gel Fundido: Bridgman, Czochrarski, Kyropoulos, Zona de fundido y flotante. Verneuil. Electrocristalización c) Crecimiento gaseoso: Transformación de fase Gas – Sólido (vapor) deposición de vapores químicos (CVD) . Pirólisis

Simetría, Operaciones de simetría y Redes	<ul style="list-style-type: none"> • Definición general de simetría • Translaciones elementales de la red • Operaciones de simetría sin translación y translación fraccionaria • Sistemas cristalinos y redes bi y tri dimensionales • Representación matricial de redes • Redes de Bravais • Posiciones equivalentes en las redes de Bravais • Diseño de un modelo de estructura (Software IUCr): Posiciones equivalentes, motivo en una red, número de fórmulas químicas por red (Z), cálculo de densidad. • Filas y planos reticulares • Índices de Miller y Miller-Bravais • Zonas y Formas cristalinas. • Red recíproca y Zonas de Brillouin
Grupos puntuales	<ul style="list-style-type: none"> • Las 32 clases de simetría • Notación de Herman-Mauguin • Operadores matriciales de las operaciones de simetría puntual. • Clasificación de un cristal en un grupo puntual.
Introducción a la Teoría de grupos	Leyes de composición y tablas de multiplicación. Grupos Abelianos y no Abelianos. Orden de un grupo . Representación matricial de los elementos de simetría de sistemas ortogonales y no ortogonales. Matrices unitarias de operaciones propias e impropias. Representación matricial de los grupos de simetría puntual. Matrices generadoras de los 32 grupos puntuales.



Grupos Planos y Espaciales	Los 17 grupos espaciales plano y l 2 grup s o 3 os s 0
Introducción a la Difracción de Rayos-X	Espectro electromagnético y fuentes de rayos-X. Espectro continuo y líneas características. Condiciones para la difracción. Ecuación de Bragg. Soluciones de la ecuación de Bragg para diferentes sistemas. Factor de estructura. Extinciones sistemáticas.
Aplicaciones de la Difracción de Rayos X	Análisis de los cristales crecidos: indentificación de fases, indexación de patrones de difracción, cálculo de parámetros de red y tamaño de cristalita (Ecuación de Debye-Scherrer).

BIBLIOGRAFÍA

Principal:	<ul style="list-style-type: none"> • C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, M. Milanesio, G. Ferraris, G. Gilli, P. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, <i>Fundamentals of Crystallography</i>, Third Edition, International Union of Crystallography, Oxford Science Publications, 2011. • Ivan V. Markov, <i>Crystal Growth for beginners. Fundamentals of Nucleation, Crystal Growth and Epitaxy</i>, Third Edition, World Scientific Publishing Co. Pete. Ltd, 2017. • B. K. Vainshtein, <i>Modern Crystallography</i>, Springer Verlag, Berlin, 1996. • B. D. Cullity, <i>Elements of X-Ray Diffraction</i>, 3rd Edition, Prentice Hall, 2001. • C. Boudias & D. Monceau – CaRine. • C. Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i>, 8^a Edition, Jhon Wiley and Sons, 2001.
Enlaces digitales:	
Complementaria:	Th. Hahn, <i>International Tables for Crystallography, Brief Teaching Edition of Space group symmetry, Volume A</i> , Fifth, revised edition, International Union of Crystallography, Klumer Academic Publishers, Oxford, 2002.



SOMOS
ARTE, CIENCIA Y
DESARROLLO
CULTURAL



PLANEACIÓN EDUCACIONAL:

Competencias generales:	<ul style="list-style-type: none">● Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica● Capacidad de investigación.● Habilidades para trabajar en forma autónoma.● Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.● Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.● Compromiso con la calidad● Capacidad de comunicación oral y escrita
Competencias específicas:	<ul style="list-style-type: none">● Plantear, analizar, y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos numéricos, analíticos o experimentales.● Aplicar el conocimiento teórico de la física del estado sólido y la termodinámica del crecimiento cristalino para entender y explicar los mecanismos involucrados en la formación de cristales de acuerdo al método de crecimiento.● Desarrollar habilidades en la realización e interpretación de experimentos.● Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.● Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades específicas.● Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.● Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.



CONTRIBUCIÓN AL PERFIL DE EGRESO:

CONOCIMIENTO:	HABILIDADES:	VALORES:
<p>Desarrollar una comprensión profunda de los conceptos, métodos y principios fundamentales de la cristalografía, incluyendo las técnicas de crecimiento, la simetría cristalina y la estructura de los cristales.</p> <p>Comprender y relacionar la estructura cristalina con las propiedades físicas y químicas de los materiales, así como para explicar la difusión de átomos en un cristal, las transiciones de fase y las propiedades ópticas de los materiales cristalinos.</p>	<p>Identificar las operaciones de simetría y asignar el grupo puntual y grupo espacial en los cristales crecidos durante el curso.</p> <p>Adquirir las habilidades para analizar y describir la estructura cristalina de diversos materiales utilizando técnicas de difracción de rayos X y otras técnicas de caracterización.</p> <p>Fomentar el trabajo colaborativo y el intercambio de conocimiento y experiencias entre los participantes del curso, mediante la realización de prácticas de laboratorio, discusiones y presentaciones grupales.</p> <p>Promover la curiosidad científica y el pensamiento crítico, animando a los estudiantes a plantear preguntas e investigar por ellos mismos sobre temas relacionados con la cristalografía.</p>	<p>Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.</p> <p>Fomentar una actitud de ética científica y responsabilidad profesional, enfatizando la importancia de la integridad intelectual, el respeto a los derechos de autor y la correcta atribución de fuentes de información.</p> <p>Actuar con responsabilidad, y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad y justicia, y respeto por el medio ambiente.</p> <p>Participar en la asesoría y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología con énfasis en temas de impacto económico y/o social en el ámbito nacional.</p>



SOMOS
ARTE, CIENCIA Y
DESARROLLO
CULTURAL



ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS:

Estrategias de enseñanza:	Estrategias de aprendizaje:
<ul style="list-style-type: none"> ● El docente explicará la teoría y presentará ejemplos en las clases presenciales o virtuales. ● El docente presentará los procedimientos, métodos y técnicas para el análisis de simetría y caracterización de las propiedades de un cristal. ● Motivaré a los estudiantes para trabajar de manera individual y en equipo. ● El docente guiaré las sesiones de trabajo experimental individual o grupal ● Discusión de preguntas y problemas en clase. 	<ul style="list-style-type: none"> ● El alumno asistirá al menos a un 80% de las clases presenciales o virtuales impartidas. ● El alumno asistirá al menos a un 80% de las sesiones experimentales donde aplicará los métodos de crecimiento cristalino. ● El estudiante trabajará en forma individual o por equipo en la comprensión de conceptos y la resolución de problemas. ● El estudiante desarrollará mapas conceptuales y mentales de los temas revisados ● El estudiante contestará preguntas o resolverá problemas individualmente para exponer en clase y discutir con sus compañeros. ● Asistirá a asesorías para resolver dudas sobre la teoría o sobre la solución de problemas.

PROPUESTA DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Criterio de evaluación:	Porcentaje:
Exámenes parciales	30
Tareas	20
Participación en clase	10
Asistencia	0
Proyecto/Exposición	40