



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS, S.C.

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA DE MATERIALES
MODALIDAD CON LA INDUSTRIA

5 CICLOS SEMESTRALES

MODALIDAD: MIXTA

CLAVE DEL PLAN DE ESTUDIO 512533

Índice

Contenido	Página
I. Plan de Estudios	3
<ul style="list-style-type: none">• Antecedentes• Justificación de la actualización• Objetivo general del plan de estudios• Perfil de ingreso• Perfil de egreso• LGAC• Mapa curricular• Operación del plan de estudios• Seminario final• Sistema Tutorial• Normas para la evaluación curricular	
II. Descripción de las materias	15

I.-Plan de estudios

Antecedentes

El Centro de Investigación de Materiales Avanzados, S.C. surge en Octubre de 1994, como una institución interdisciplinaria con participación del Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de Chihuahua y de la Delegación Estatal de CANACINTRA en Chihuahua. Se establece en la Ciudad de Chihuahua, con el fin de impulsar las actividades de desarrollo científico y tecnológico, así como de las docentes de alto nivel para beneficio de su planta productiva industrial.

Su enfoque interdisciplinario se orientó, desde su creación, en encontrar un balance entre la investigación básica, la transferencia de conocimiento, así como la formación de recursos humanos de alto nivel, teniendo como fundamento los siguientes objetivos:

- Estudiar las bases físicas y químicas que caracterizan a los materiales avanzados, en particular de aquéllos que tienen alguna importancia científica y/o tecnológica.
- Realizar investigación en las diferentes áreas que conforman a la Ciencia de Materiales, tales como la metalurgia, los polímeros, las cerámicas, los semiconductores, los biomateriales, los catalizadores, entre otros, así como aspectos ambientales y ecológicos de los materiales.
- Desarrollar las bases del conocimiento científico que permitan proponer nuevos materiales y promover el desarrollo tecnológico de punta.
- Formar recursos humanos mediante posgrado de alto nivel para realizar investigación básica con una visión práctica, en beneficio de la ciencia e industrias nacionales.
- Brindar apoyo a la industria mediante servicios, asesorías, consultorías y la generación de desarrollos tecnológicos. Apoyar la formación de recursos humanos bien calificados. Experimentar con materiales actualmente utilizados por la industria con el objeto de profundizar en el entendimiento de sus propiedades y mejorarlas.
- Proporcionar un servicio nacional de caracterización de materiales, a través de laboratorios nacionales de microscopía y de caracterización de materiales y sus laboratorios de estudio de superficies, simulación numérica y deterioro de materiales.

Para lograr los objetivos mencionados, el CIMAV se ha dado a la tarea de incorporar personal científico y tecnológico de alto nivel (todos sus investigadores forman parte del Sistema Nacional de Investigadores), trabajar en proyectos con la industria, y como una de sus acciones mas importantes, generar programas de maestría y doctorado para la formación de recursos humanos de alto nivel.

Dentro de los mismos, cabe mencionar al programa de Maestría en Ciencia de Materiales, mismo que inicia en 1996, y el cual a través de su Plan de Estudios, ahora actualizado, participa en esta labor formando recursos humanos capacitados para generar conocimiento mediante investigación científica y desarrollo tecnológico, requeridos a nivel nacional e internacional. Teniendo como prioridad el orientar a sus estudiantes para resolver los retos asociados a los temas relacionados con el desarrollo y mejoramiento de materiales avanzados. Actualmente el programa cuenta con más de 200 egresados.

La relación entre Cimav y el Grupo Cementos de Chihuahua se genera cuando este último ratifica su apoyo para la creación del Centro. Posteriormente, se forman grupos especiales para graduar dos generaciones de sus empleados con Maestría en Ciencia de Materiales mediante un convenio de colaboración.

Es importante mencionar que la Comisión Internacional sobre la Educación para el s. XXI en su informe "La Educación Encierra un Tesoro" establece los cuatro pilares del conocimiento: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser. Este informe

señala que el objetivo de la educación es el de formar competencias para la vida que le permitan al educando un desarrollo integral. También, indica que en el contexto social y económico del s. XXI, se requiere de personas capacitadas para resolver problemáticas diversas, por esto la necesidad de la educación con un enfoque basado en competencias.

En México el objetivo planteado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en su Meta Nacional: México con educación de calidad, indica que se requiere formar hombres y mujeres comprometidos con una sociedad más justa y próspera.

Los egresados del programa de Maestría en Ciencia de Materiales desarrollan competencias cognitivas e instrumentales del área que les permitirán resolver problemáticas e innovar con propuestas en el entorno donde se desenvuelvan.

Justificación de la actualización

Para enfrentar los retos planteados en la agenda nacional, México necesita impulsar el posgrado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que requiere el país para una inserción eficiente en la sociedad del conocimiento.

El Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2014-2018 expone que en México, por cada mil habitantes, 0.9 personas se dedican a labores de investigación y desarrollo, mientras que en Alemania existe 7.9 personas por cada mil, en Gran Bretaña 8.2 y en Estados Unidos 9.1. Tendrían que pasar 20 años para alcanzar los valores actuales de países como Argentina o Turquía, que cuentan con alrededor de 2.5 investigadores por cada mil miembros. Esos datos hacen evidente que se requiere de la formación de recursos humanos a nivel posgrado. De acuerdo con la oferta educativa de los posgrados orientados en el área de materiales a nivel mundial, los programas de posgrado se están transformando para ser más inclusivos, interdisciplinarios y orientados a la resolución de problemas actuales prioritarios. En Estados Unidos existen 142 programas de maestría afines al tema de Ciencia de Materiales.

En la actualidad, la formación de recursos humanos en el área de materiales, debe orientarse a resolver los retos asociados a los temas prioritarios, en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología se indica como tema el desarrollo tecnológico que se relaciona con el desarrollo de materiales avanzados, además del desarrollo de nanomateriales y nanotecnología.

Programas de posgrado afines: panorama internacional y nacional

De acuerdo con la oferta educativa de los posgrados orientados en el área de materiales a nivel mundial, los programas de posgrado se están transformando para ser más inclusivos, interdisciplinarios y orientados a la resolución de problemas actuales prioritarios. Algunos programas internacionales contenidos en el Quacquarelli Symonds World University Rankings of Materials Science 2015, tienen como tendencias identificadoras en preparar expertos en la relación síntesis-estructura-propiedades-prestaciones de los materiales, preparación para la vinculación ciencia-ingeniería-industria, relación de la investigación con la economía local y cuidado del medio ambiente. Las líneas de investigación identificadas en estos programas son: energía, salud, nanotecnología, materiales estructurales, materiales para la electrónica y para las comunicaciones, materiales para la industria química y ciencia de materiales apoyada por computación.

En México existen varios programas en el área de ciencia de materiales, para el diagnóstico del plan de estudios se tomaron en cuenta 3 programas de posgrado de calidad académica reconocida. Se pudo observar que los programas plantean la necesidad de formar recursos humanos con la capacidad de incidir en el entorno educativo, tecnológico y de investigación de la ciencia de materiales.

En el Estado de Chihuahua existen 40 programas de maestría registrados ante el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad. Sin embargo, estos programas no se relacionan con el

tema de ciencia e ingeniería de materiales, salvo un par, incluido el de nuestra institución, aun y cuando existe en el entorno la necesidad de innovación en la industria local en este sentido, lo que impacta en el desarrollo regional al no fortalecer las vocaciones y capacidades en el área.

Filosofía del cambio en la MCM en relación a posgrados con la industria

En el contexto de la necesidad de fortalecer la colaboración entre las IES y la Industria para aprovechar al máximo los recursos de ambas partes surge la necesidad de dirigir esfuerzos conjuntos. Ante esto se requirió alinear los programas de estudio al personal que las empresas consideran como candidatos a realizar estudios de posgrado. Los cambios realizados impactan directamente en la forma de operar (operatividad del programa) y las tesis que se realizan para obtener el grado, siendo este último punto en el que se hace énfasis. Este modelo considera que las tesis elaboradas para la obtención del grado de Maestro en Ciencia de Materiales sean producto de un desarrollo tecnológico encaminado a resolver problemas específicos de la industria que requiere de la capacitación de su personal.

a) Modificación de las LGAC

Las LGAC se justifican con base en las siguientes consideraciones:

- Existe un antecedente de colaboración estrecha en la formación de recursos humanos con la empresa y que los productos han ayudado a la solución de problemas inherentes a los procesos y materiales.
- La empresa está en constante desarrollo al innovar sus productos y procesos lo que requiere redireccionar las líneas de trabajo influyendo directamente en la modificación de las LGAC
- Permite hacer una clasificación amplia y representativa del trabajo científico que se realiza en el GCC .

Objetivo general del plan de estudios

Formar capital humano capaz de participar de manera creativa en la innovación tecnológica y la investigación aplicada en temas de materiales y propiciar la generación de conocimiento entre Cimav y la industria para resolver problemas inherentes a la misma.

Perfil de ingreso

- A) Haber egresado de un programa académico de ingeniería, ciencias exactas u otra disciplina afín a la ciencia de materiales
- B) Poseer conocimientos generales de física, química y matemáticas
- C) Mostrar interés por la investigación
- D) Poseer conocimientos de idioma inglés a nivel comprensión de lectura

Requisitos de ingreso

Título de grado anterior (acta de examen profesional, constancia de título en trámite)
Certificado de estudios, promedio mínimo de 80 o su equivalente
Carta de exposición de motivos
Entrevista de ingreso
TOEFL o equivalente 450 puntos
EXANI
Aprobar el examen diagnóstico o cursar un propedéutico y acreditar las materias.

Perfil de egreso

El egresado de la Maestría en Ciencia de Materiales se caracterizará por su habilidad y capacidad para resolver problemas relacionadas con la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Competencias cognitivas:

- a) Conocimiento de los conceptos fundamentales de la Ciencia e Ingeniería de Materiales;
- b) Conocimiento e interpretación de las teorías, metodologías, resultados experimentales y aplicaciones tecnológicas de la Ciencia e Ingeniería de Materiales;
- c) Capacidad para participar de manera activa en proyectos de investigación científica;
- d) Capacidad para analizar de forma crítica la información técnica y científica;
- e) Aptitud académica para ingresar a programas de doctorado afines a la Ciencia e Ingeniería de Materiales, tanto en el país como en el extranjero.

Competencias instrumentales:

- a) Manejo y operación eficiente de equipo, materiales, instrumentos y laboratorios relacionados a la Ciencia e Ingeniería de Materiales;
- b) Implementación de nuevas técnicas y procedimientos de laboratorio;
- c) Capacidad para generar textos científicos y técnicos;
- d) Habilidades de expresión oral para la presentación de resultados de investigación y divulgación del conocimiento científico y técnico;
- e) Habilidades para impartir cursos especializados de Ciencia e Ingeniería de Materiales a nivel medio superior, superior y posgrado.

Líneas de generación y /o aplicación del conocimiento	
Nuevos productos	Combustibles alternos para producción de clinker
Objetivo General: Para que una empresa sea competitiva necesita innovar constantemente y ofrecer productos acordes a las necesidades del mercado, es por eso que requiere de la caracterización y búsqueda de materias primas adecuadas, de incorporar materiales no convencionales para tal propósito.	Objetivo General: Uno de los principales problemas que enfrenta la industria cementera es la producción de clinker debido a los altos consumos de energéticos tradicionales como el carbón coke y gasoleo, lo que incrementa considerablemente los costos de producción haciendo inviable la operación, es por eso que se requieren buscar combustibles alternos que disminuyan estos costos.

Mapa curricular					
Materias básicas obligatorias 60 créditos mínimos					
Clave	Créditos	Horas	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
101	10	4		102-103-104	Física
102	12.5	5		101-103-104	Química de Materiales
103	10	4		101-102-104	Matemáticas
104	12.5	5		101-102-103	Métodos Numéricos
201	10	4	102-103-104	202-203-204	Ciencia de Materiales
202	12.5	5	102-103-104	201-203-204	Caracterización de Materiales
203	10	4	102-103-104	201-202-204	Termodinámica
204	12.5	5	102-103-104	201-202-203	Computación

Investigación 37.5 créditos mínimos					
Clave	Créditos	Horas	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
105	12.5	5			Metodología de la investigación
205	12.5	5			Proyecto de Investigación I
305	12.5				Proyecto de Investigación II
405	12.5	5			Tesis

Materias optativas de especialización 8 créditos mínimos					
Clave	Créditos	Horas	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
Serie y número	6	4			Especialización 1
Serie y número	6	4			Especialización 2
Serie y número	6	4			Especialización 3
Serie y número	6	4			Especialización 4*

Materias de especialización Transversales			
Clave	Créditos	Horas	Materia
T001	10	4	Cristalografía y Difracción
T002	10	4	Estructura electrónica de los materiales
T003	10	4	Introducción a la química computacional
T004	10	4	Introducción a la nanotecnología
T005	10	4	Microscopía electrónica
T006	10	4	Caracterización de Materiales II
T007	10	4	Cristalografía computacional
T008	10	4	Métodos numéricos para cálculo y modelación de sistemas físicos
T009	10	4	Simulación del elemento finito con ANSYS
T010	10	4	Técnicas avanzadas de difracción y dispersión
T011	10	4	Técnicas de fabricación y caracterización estructural y óptica
T012	10	4	Fisicoquímica

Por áreas:							
Metálicos		Cerámicos		Polímeros		Compuestos funcionales y	
M001	Análisis de fallas	C001	Cerámica Avanzada	P001	Física de polímeros	F001	Ciencia y tecnología de los nanocompositos
M002	Corrosión electroquímica	C002	Fundamentos de cementos	P002	Fisicoquímica de polímeros	F002	Cinética química
M003	Corrosión en alta temperatura	C003	Nanofibras	P003	Funcionalización de materiales	F003	Electro óptica
M004	Ensayos no destructivos	C004	Procesamiento y caracterización de cerámicos avanzados	P004	Fundamentos de ciencia de polímeros	F004	Fenómenos eléctricos y propiedades ópticas de los materiales
M005	Mecanismos de corrosión	C005	Propiedades magnéticas de los materiales	P005	Fundamentos de química orgánica	F005	Fenómenos de adsorción
M006	Mecánica de la fractura	C006	Propiedades mecánicas de cerámicos avanzados	P006	Mecanismos de reacción en química orgánica	F006	Física de cristales
M007	Métodos de control y protección	C007	Síntesis de materiales cerámicos y metálicos	P007	Polímeros	F007	Fisicoquímica avanzada
M008	Metalurgia física: aleaciones metálicas	C008	Temas selectos de cerámicos 1	P008	Procesamiento de polímeros	F008	Fotónica
M009	Protección catódica	C009	Temas selectos de cerámicos 2	P009	Propiedades reológicas y mecánicas de los polímeros	F009	Introducción a las celdas de combustible óxido sólido, SOFC
M010	Tratamiento térmico de los materiales			P010	Química de polímeros	F010	Nano electrónica molecular
M011	Teoría de la elasticidad			P011	Reología de sistemas complejos	F011	Preparación y caracterización de películas delgadas
M012	Teoría de las dislocaciones			P012	Reología y reometría	F012	Producción de hidrogeno a partir de energéticos renovables
M013	Temas selectos de metales 1			P013	Síntesis de polímeros	F013	Producción de hidrogeno para celdas de combustible
M014	Temas selectos de metales 2			P014	Temas selectos de polímeros1	F014	Propiedades de los semiconductores
				P015	Temas selectos de polímeros 2	F015	Síntesis de catalizadores
						F016	Tecnologías de celdas de combustible
						F017	Cristales fotónicos I
						F018	Cristales fotónicos II
						F019	Fundamentos y aplicaciones de

							la fotocatalisis
						F020	Temas selectos de materiales compuestos y funcionales 1
						F021	Temas selectos de materiales compuestos y funcionales 2

Actividades extracurriculares					
Clave	Créditos	Horas	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
EC 001	12.5	5		Obligatoria	Seminario de Ciencia de Materiales
EC 003	12.5	5	102	202 y 203	Taller de Redacción Científica
EC 004	10	4	103	201 y 203	Taller de Competencias Docentes
EC005	12.5	5	101	201 y 202	Estancia de Investigación*

*La estancia de investigación contará como materia de especialización en caso de ser necesario

Operación del plan de estudios. La modificación de nuestra Maestría en Ciencia de Materiales al modo profesionalizante se fundamenta en la experiencia pasada con dos generaciones vinculadas a la empresa GCC. Conscientes del perfil de los profesionales interesados y en el quehacer de la empresa se pretende que la Maestría debe prepararlos para desempeñarse satisfactoriamente en su entorno laboral de manera firme y proactiva.

Tomando en consideración lo anterior, el Modelo de Operación de la Maestría en Ciencia de Materiales profesionalizante está formado por asignaturas o actividades introductorias, básicas y de especialización.

Las asignaturas introductorias son Matemáticas, Física y Química de Materiales. La asignación de estas materias a los diferentes alumnos se realiza de manera personalizada, según su formación previa. Se prevé aplicar exámenes en las materias básicas para verificar suficiencia de conocimientos y desarrollar planes de estudio personalizados.

Ciencia de Materiales, Caracterización de los Materiales, Métodos numéricos y Metodología de la Investigación forman el eje básico de la Maestría. Estas materias son cursadas por todos los estudiantes.

Preparación del Proyecto de Investigación, Asignaturas de Especialización y Trabajo de Tesis son las asignaturas y actividades de especialización.

Un elemento importante en el refinamiento del Plan de Maestría consiste en la sistematización de metodología en los cursos, de manera que se garantice la correspondencia [objetivos y competencias] □ actividades docentes □ evaluación.

El conjunto de materias son:

1 ^{er} semestre	2° Semestre	3 ^{er} Semestre	4° Semestre
Física	Caracterización de los Materiales	Asignatura de Especialización 1	Asignatura de Especialización 3
Matemáticas	Ciencia de Materiales	Asignatura de Especialización 2	Asignatura de Especialización 4
Química de	Computación		

materiales			
Métodos numéricos	Termodinámica	Proyecto de Investigación II	Tesis
Metodología de la investigación	Proyecto de Investigación		

Se ha diseñado un Modelo de Operación que permitirá, a partir de una entrada heterogénea en cuanto a especialidad y nivel, graduar Maestros en Ciencias con uniformidad en cuanto a conocimientos generales de la Ciencia de Materiales y sólidas especializaciones personalizadas.

Actividades académicas dirigidas a incentivar la eficiencia terminal

Al término del segundo semestre, el alumno entregará el proyecto de investigación que como elementos mínimos deberá contener los elementos que conforman un anteproyecto de tesis, i. e. título, antecedentes, hipótesis, objetivos, metodología y literatura citada. Este documento será evaluado y calificado por un comité de pares. En el tercer semestre el estudiante deberá presentar avances en la investigación propuesta ante un comité de pares y al finalizar el cuarto semestre podrá realizar un seminario departamental como requisito de titulación.

Cursos semestrales de especialización

Todos los alumnos de Maestría deberán profundizar sus conocimientos en un tema específico, de acuerdo a la orientación de su proyecto de investigación alineado a algunas de las LGAC establecidas para el programa profesionalizante. Los cursos de especialización tienen el objetivo de formar académicamente al estudiante en un campo del conocimiento o LGAC. Para este efecto se definieron dos LGAC: 1) Nuevos productos, 2) Combustibles alternos para producción de clinker

Las materias se clasificaron formando 2 bloques de materias asociadas a estas 2 LGAC. De esta forma los alumnos recibirán una formación de acuerdo a principios fundamentales en esos campos del conocimiento para entender la relación entre la composición, estructura y procesamiento de los materiales con sus propiedades y aplicaciones. Esta división temática permitirá una mejor formación académica y atender apropiadamente la diversidad de los perfiles profesionales que se admiten. Los campos del conocimiento del Programa son lo suficientemente amplios como para que la aparición de nuevos materiales o materiales con nuevas estructuras puedan ser clasificados en alguno de éstos o, por su naturaleza, estén comprendidos en todos o algunos de ellos. El alumno deberá cursar 2 cursos de especialidad como mínimo.

Seminario final departamental
Los alumnos deberán, previo a la definición de una fecha para la presentación de defensa de su examen de grado, presentar ante la comunidad académica en la cual se encuentren adscritos durante su formación, un seminario final de los resultados del trabajo de tesis, donde un comité de pares lo evaluará y en caso de haberlas, formulará observaciones y recomendaciones que enriquezcan la versión final de su tesis de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Posgrado. Este seminario se realizará a puerta cerrada protegiendo así la confidencialidad de los resultados.

Tesis con la industria

La diferencia entre una tesis de maestría y una de doctorado radica en que para el doctorado se exige originalidad. El graduado de maestría es capaz de participar activamente en un proyecto de investigación, bajo la dirección de un investigador. Un doctor es capaz de realizar investigaciones de manera independiente. Algunas de las universidades en los primeros lugares del QS World University Rankings no exigen tesis de grado para otorgar la maestría en ciencia de materiales. En el presente plan de estudios siempre se exige tesis, pero no se impone el requisito de la originalidad.

Con su tesis de maestría el estudiante debe demostrar que conoce y aplica el método científico, que domina ciertos métodos experimentales y/o de cómputo, que conoce en detalle cierta familia de materiales, que ha obtenido con su trabajo cierto volumen de resultados de investigación (que pueden ser réplicas, adaptación a condiciones locales, aplicación de resultados de la literatura) y que es capaz de describir por escrito y oralmente sus hallazgos y conclusiones. Los estudiantes destacados, quienes hayan dispuesto de más tiempo y capacidad para su investigación, pueden defender tesis de maestría que contengan alto nivel y elementos de originalidad. En particular el posgrado profesionalizante posee la cualidad de generar desarrollos tecnológicos encaminados a resolver problemas específicos de la empresa, mismos que estarán protegidos por convenios de confidencialidad y que serán públicos después de que remine el periodo de embargo acordado por ambas partes.

Sistema tutorial

A cada uno de los alumnos inscritos se le asignará un Director de Tesis que lo asistirá directamente en los términos establecidos en el Reglamento de Estudios de Posgrado. Así mismo, le será asignado un Comité de Pares que dará seguimiento al avance de su proyecto de investigación. A solicitud expresa del Director de Tesis, podrá asignarse un co-director con la autorización del Comité de Estudios de Posgrado.

Requisitos para Dirección de Tesis:

Podrá ser Director de tesis cualquier investigador del CIMAV o de otra institución, que sea acreditado por el Comité de Estudios de Posgrado, y que posea como mínimo el grado de Maestría, en los términos establecidos en el Reglamento de Estudios de Posgrado.

Funciones del Director de Tesis:

El Director de Tesis tendrá la responsabilidad de establecer, junto con el alumno, el plan individual de actividades académicas que éste seguirá, de acuerdo con el plan de estudios, y en su caso, de dirigir la tesis de grado.

Funciones del Comité de Pares

El Comité de Pares tendrá la responsabilidad de evaluar el avance de investigación del estudiante, de acuerdo con el plan de estudios y el Reglamento de Estudios de Posgrado.

Normas para la evaluación curricular

La actualización de los planes y programas de estudio se realizará cada 4 años. Esta evaluación se realizará mediante técnicas de valoración curricular que permitan determinar su validez, tanto interna como externa.

La Coordinación de Posgrado convocará al Comité de Estudios de Posgrado a integrar una Comisión de Evaluación Curricular, en la que participarán los alumnos egresados, profesores y asesores de otras instituciones de investigación, así como de la Industria.

Esta Comisión de Evaluación Curricular valorará específicamente aspectos como:

Vigencia y congruencia de la fundamentación y estructura académica del plan de estudios, en relación con los avances del conocimiento y con las necesidades de la institución y del país.

Congruencia entre competencia planteada y organización del plan de estudios.

Suficiencia de los recursos con que se cuenta.

Número de alumnos que ingresan con relación al número de alumnos egresados.

Congruencia entre las Competencias planeadas, los conocimientos y capacidades que adquirieron los alumnos que los cursaron.

Vigencia de las líneas de generación y/o aplicación del conocimiento.

Referencias

UNESCO. Informe de la Comisión Internacional sobre la Educación para el s. XXI.

CONACYT. Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018.

QS World University Rankings 2015 Material Science. <http://www.topuniversities.com/subject-rankings/2016>

Descripción de los programas:

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Física
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	101
Semestre:	Primero
Área en plan de estudios:	Básica
Créditos	10
Total de horas por semana:	4
Total de horas semestre:	72 horas lectivas - 88 horas de trabajo
Fecha de actualización:	Abril 2016
Clave y Materia requisito:	Básica

Propósito general:

El alumno será capaz de explicar y aplicar a la solución de problemas tipo las leyes del electromagnetismo, la óptica y la física moderna. Todo lo anterior orientado a aplicaciones en Ciencia de Materiales.

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Electrostática	Carga y materia Leyes de Coulomb y Gauss Potencial y energía electrostáticos Capacitores y dieléctricos E, D y P Ferroelectricidad
Circuitos de corriente directa	Intensidad de la corriente y voltaje. Ley de Ohm Fuerza electromotriz Reglas de Kirchhoff Circuito eléctrico de un automóvil

	Circuito RC
Magnetostática	<p>Fuerza de Lorentz</p> <p>Leyes de Ampere y Biot-Savart</p> <p>H, B y M</p> <p>Paramagnetismo, diamagnetismo y ferromagnetismo</p>
Inducción electromagnética y ecuaciones de Maxwell	<p>Ley de Faraday</p> <p>Aplicaciones de la inducción electromagnética</p> <p>Circuito LR</p> <p>Ley de Ampere-Maxwell</p> <p>Ecuaciones de Maxwell</p>
Oscilaciones y ondas electromagnéticas	<p>Circuitos LC y LRC</p> <p>Circuitos de corriente alterna. Resonancia</p> <p>Circuito eléctrico de una casa</p> <p>Ondas electromagnéticas en el vacío. Naturaleza electromagnética de la luz</p>
Óptica	<p>Ondas electromagnéticas en un dieléctrico. Reflexión y refracción</p> <p>Óptica geométrica. Lentes y el arcoiris</p> <p>Interferencia y difracción</p> <p>Difracción de rayos X</p> <p>Efecto fotoeléctrico</p>
Introducción a la teoría de la relatividad	<p>Experimentos que condujeron a la teoría de la relatividad</p> <p>Significado de las transformaciones de Lorentz</p> <p>$E = mc^2$</p>
Antecedentes de la Mecánica Cuántica	<p>Partículas y Ondas.</p> <p>El Modelo de Bohr del Átomo de Hidrógeno.</p> <p>El Principio de Incertidumbre.</p>
La Ecuación de Schrödinger	<p>La Ecuación de Onda de Schrödinger.</p> <p>Interpretación Física de la Función de Onda.</p> <p>Solución de la Ecuación de Schrödinger para Algunos Potenciales Sencillos.</p>

El Átomo de Hidrógeno. Números Cuánticos. Orbitales. Átomos multielectrónicos: la tabla periódica.		
UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: 1-8	Instrumentos de evaluación: Tareas, Exposiciones, Exámenes	

Bibliografía /Referencias

1. YOUNG, HUGH D. y ROGER A. FREEDMAN. *Física Universitaria* volumen 2. Decimosegunda edición, PEARSON EDUCACION, Mexico, 2009

2. A. BEISER. *Concepts of Modern Physics*, 6th. Ed. McGraw-Hill

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Química de materiales
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	102
Semestre:	Primero
Área en plan de estudios:	Básica
Créditos	12.5
Total de horas por semana:	5
Total de horas semestre:	90 horas lectivas-110 horas de trabajo
Fecha de actualización:	12405/16
Clave y Materia requisito:	Básica
Propósito general: El estudiante conocerá la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. ¿Qué es la química de materiales?	Perspectivas históricas Consideraciones en el diseño de nuevos materiales Diseño de nuevos materiales a través de una aproximación razonada.
Objeto de estudio 2. Química del estado sólido	Sólidos amorfos versus cristalinos Tipos de enlaces en sólidos Sólidos iónicos Sólidos metálicos Redes sólidas enlazadas covalentemente

	<p>Sólidos moleculares</p> <p>Estado cristalino</p> <p>Técnicas para crecimiento de cristales</p> <p>Estructuras cristalinas</p> <p>Simetría cristalina y grupos especiales</p> <p>Difracción de rayos X de sólidos cristalinos</p> <p>Imperfecciones en cristales</p> <p>Propiedades físicas de cristales</p> <p>Enlace en sólidos cristalinos</p> <p>Introducción a la teoría de bandas</p> <p>El estado amorfo</p> <p>Proceso de Sol-Gel</p> <p>Vidrios</p> <p>Materiales cementantes</p> <p>Cerámicos</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Metales</p>	<p>Minado y procesamiento de metales</p> <p>Metalurgia de polvos</p> <p>Estructura y propiedades de materiales</p> <p>Comportamiento mismo de fases de aleaciones hierro-carbono</p> <p>Mecanismos de endurecimientos de acero</p> <p>Aceros inoxidables</p> <p>Aleaciones y metales no ferrosos</p> <p>Tratamientos para la prevención de la corrosión Magnetismo</p> <p>Almacenamiento de hidrógeno</p>
Objeto de estudio 4.	Propiedades y tipos de semiconductores

Semiconductores	<p>Aplicaciones base silicio</p> <p>Producción de obleas de Si</p> <p>Circuitos integrados</p> <p>Diodos emisores de luz</p> <p>Materiales termoelectricos</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Materiales poliméricos</p>	<p>Nomeclatura y clasificación de polímeros</p> <p>Mecanismos de polimerización</p> <p>Polimerización por adición</p> <p>Catálisis heterogénea</p> <p>Catálisis homogénea</p> <p>Polimerización por crecimiento en etapas</p> <p>Polímeros dendríticos</p> <p>Polimerización vía química “click”</p> <p>Materiales blandos, aplicaciones: estructuras versus propiedades</p> <p>Biomateriales: aplicaciones</p> <p>Polímeros conductores</p> <p>Magnetos moleculares</p> <p>Aditivos para polímeros</p> <p>Retardantes de flama</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Nano materiales</p>	<p>Nanotoxicidad</p> <p>Nanotecnología</p> <p>Construcción a nannoescala y aplicaciones</p> <p>Nano materiales cero-dimensión</p> <p>Nano estructuras unidimensionales Nano estructuras bi dimensionales</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Química de materiales	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	Cognitiva e instrumental

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Matemáticas
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	103
Semestre:	Primero
Área en plan de estudios:	Básica
Créditos	12.5
Total de horas por semana:	5
Total de horas semestre:	90 horas lectivas-110 horas de trabajo
Fecha de actualización:	24/05/16
Clave y Materia requisito:	Básica
Propósito general: Formar alumnos capaces de resolver los problemas matemáticos que comúnmente se abordan en ciencia de materiales mediante el análisis, resolución analítica de problemas aplicados y mediante el uso de software de cómputo científico.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
-----------------	----------------------------------

<p>Objeto de estudio 1.</p> <p>1. Álgebra lineal</p> <p>La separación sugerida arriba después de la materia de Física haría que los temas sean apreciables. La idea es que se vea mas o menos así.</p>	<p>Conceptos fundamentales: espacios vectoriales, bases, dimensión de un espacio vectorial</p> <p>Operadores en el espacio de n-dimensiones</p> <p>Sistemas de ecuaciones (matrices, determinantes y conceptos de tensores)</p> <p>Ecuaciones de valores propios</p> <p>Aplicaciones</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>2. Cálculo Superior</p>	<p>Funciones de varias variables</p> <p>Diferenciales en el espacio de n-dimensiones</p> <p>Cálculo diferencial de varias variables</p> <p>Integración de varias variables, ángulos sólidos en sistemas polares y otros</p> <p>Criterios de convergencia para series, series de potencias y series no convergentes</p> <p>Análisis vectorial</p> <p>Derivadas temporales de un campo vectorial Integrales de línea y de superficie</p> <p>Operaciones para el gradiente, rotacional y divergencia de un campo ortogonal en dos y tres dimensiones</p> <p>Operadores diferenciales en sistemas ortogonales generalizados</p> <p>Aplicaciones de gradiente, rotacional y la divergencia en medios continuos</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>3 Variable compleja</p>	<p>Números complejos</p> <p>Representación de fenómenos oscilatorios mediante exponenciales complejos. (Fasores)</p> <p>Aplicaciones en ciencia de materiales de las exponenciales complejas (Impedancia, ondas, etc)</p>
	<p>Conceptos y clasificación de Ecuaciones Diferenciales</p>

<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>4. Ecuaciones diferenciales</p>	<p>Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden y métodos de solución.</p> <p>Aplicaciones Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de orden superior con coeficientes constantes y métodos de solución.</p> <p>Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de segundo orden con coeficientes variables: Solución en serie de potencias.</p> <p>Funciones especiales.</p> <p>Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDP) Ecuaciones especiales</p> <p>Aplicaciones en ciencia de materiales de las EDP: mecánica cuántica, el átomo de hidrógeno, etc)</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>5. Estadística</p>	<p>Análisis estadístico de datos muestrales</p> <p>Fundamentos de la teoría de la probabilidad</p> <p>Variables aleatorias</p> <p>Modelos probabilísticos comunes</p> <p>Variables aleatorias conjuntas</p> <p>Distribuciones muestrales</p> <p>Errores de las mediciones. Precisión y exactitud.</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio: Matemáticas para la ciencia de materiales</p> <p>(incluye métodos numéricos)</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>La evaluación de conocimientos se realizará mediante dos exámenes escritos y presentaciones orales de proyectos en equipo.</p>	<p>Formar alumnos capaces de resolver los problemas matemáticos que comúnmente se abordan en ciencia de materiales mediante el análisis, resolución analítica de problemas aplicados y mediante el uso de software de cómputo científico.</p>

--	--	--

Bibliografía /Referencias

Algebra lineal

Grossman Stanley I. Álgebra Lineal. Mc Grawhil, 2007.

Anton Howard. Introducción Al Álgebra Lineal Limusa Noriega Editores, 1999.

Cálculo superior

H. Anton, C. Rorres. "Elementary Linear Algebra.". Nineth ed. John Wiley & Sons. 2005.

T. Apostol. "Calculus". Vol 2. Second Edition. John Wiley & Sons. 1967.

Ch. Bär. "Elementary Differential Geometry". Cambridge University Press. 2010.

Ch. Lehmann. "Geometría Analítica". Editorial Limusa S.A.. 1989.

D. Marsh. "Applied Geometry for Computer Graphics and CAD". 2nd ed. Springer. 2005.

J. Stewart. "Calculus. Early Transcentals". Thompson. 6ta ed. 2008.

Variable compleja

Ahlfors, L.V. Complex Analysis

Knopp, K. Elements of the Theory of Functions I, II

Markushevich, A.I. Theory of Functions of a Complex Variable I, II

Cartan, H. Theory of Analytic Functions

Conway, J. Functions of One Complex Variable

Ecuaciones diferenciales

Richard, Bronson, Ecuaciones Diferenciales, México, Mcgraw-Hill, 2008 Simmons, George, Ecuaciones Diferenciales Teoría Y Práctica, México, Mcgrawhill, 2007. Spiegel, Murray R., Ecuaciones Diferenciales, México, Prentice Hall, 2000. Zill, Dennis G., Ecuaciones Diferenciales Con Aplicaciones, México, Iberoamérica, 2001.

Estadística

WACKERLY, Dennis D., et al. Todos Estadística Matemática con Aplicaciones México 6a Edición Thomson, 2002 HINES, William, et al. Todos Probability and Statistics in Engineering Fourth Edition New Jersey John Wiley & Sons, 2003

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Métodos numéricos
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	104
Semestre:	Primero
Área en plan de estudios:	Obligatoria
Créditos	12.5
Total de horas por semana:	5
Total de horas semestre:	90 horas lectivas-110 horas de trabajo
Fecha de actualización:	Mayo de 2016
Clave y Materia requisito:	Básicas
Propósito general: Formar alumnos capaces de resolver los problemas matemáticos que comúnmente se abordan en ciencia y tecnología ambiental y en ciencia de materiales mediante el desarrollo de métodos numéricos y el uso de programas de alto nivel, por ejemplo Mathematica, MathCad, MatLab, etc.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. 1. Introducción a la programación y manejo de software especializado	Presentación del software especializado Operaciones básicas Programación con condicionales, operadores relacionales, operadores lógicos e instrucciones cíclicas Vectores y matrices Manejo de archivos

	<p>Funciones y procedimientos</p> <p>Gráficas</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>2. Errores de redondeo y precisión</p>	<p>Sistemas de numeración (base 2, base 10, base 16)</p> <p>Representación de números en una computadora</p> <p>Errores por truncamiento y redondeo</p> <p>Recomendación para el cálculo de derivadas</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>3. Series de Taylor y aproximación numérica de las derivadas e integrales de una función</p>	<p>Series de Taylor</p> <p>Aproximación de las derivadas de una función</p> <p>Aproximación de las integrales de una función</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>4. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales</p>	<p>Planteamiento de un sistema genérico de n ecuaciones y n incógnitas</p> <p>Métodos de resolución directa (inversión de matrices, métodos de Gauss, PLU y Cholewsky)</p> <p>Métodos iterativos</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>5. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas no-lineales</p>	<p>Resolución de una ecuación con una incógnita (métodos de punto fijo y Newton-Raphson)</p> <p>Resolución de sistemas de ecuaciones (método de Newton-Raphson multivariable)</p>

Objeto de estudio 6. 6. Regresiones lineales y no lineales	Regresión lineal con una variable Regresión lineal multivariable Regresión no lineal
Objeto de estudio 7. Interpolación	Principio de la técnica de interpolación Interpolación lineal Interpolación cuadrática Interpolación cúbica
Objeto de estudio 8. 8. Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias	Resolución de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden (métodos explícitos e implícitos de Euler y Runge-Kutta) Resolución de un sistema diferencial de primer orden Resolución de un sistema diferencial de orden n
Objeto de estudio 9. 9. Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales por el método de diferencias finitas	Ejemplos de sistemas con derivadas parciales Método de diferencias finitas aplicado a un problema genérico 2D (casos estacionario y transiente) Aplicaciones: transferencia de calor y difusión de especies químicas diluidas
Objeto de estudio 10. 10. Método de elementos finitos para la resolución de problemas con derivadas parciales respecto a las variables de espacio	Casos 1D y 2D. Sistema genérico de ecuaciones Discretización, mallado y funciones de forma Matrices de rigidez, condiciones de frontera y vector de términos independientes. Integración en el tiempo para problemas transientes Presentación del software COMSOL Multiphysics
Objeto de estudio 11. Optimización	Generalidades y teoría de los problemas de optimización Algunos ejemplos de algoritmos para la optimización sin restricciones Algunos ejemplos de algoritmos para la optimización con restricciones

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio: Matemáticas para la ciencia de materiales</p> <p>(incluye métodos numéricos)</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>La evaluación de conocimientos se realizará mediante dos exámenes escritos y presentaciones orales de proyectos en equipo.</p>	<p>Formar alumnos capaces de resolver los problemas matemáticos que comúnmente se abordan en ciencia y tecnología ambiental y en ciencia de materiales mediante el desarrollo de métodos numéricos y su programación en software de cómputo científico.</p>

Bibliografía /Referencias

- R. Hamming. Numerical Methods for Scientists and Engineers. Second edition. New York, McGraw-Hill, 1973.
- E. Isaacson, H. B. Keller. Analysis of numerical methods. John Wiley and Sons, London–New York, 1966.
- G. Dhatt, G. Touzot, E. Lefrançois. Finite Element Method. John Wiley and Sons, 2012
- Manual del software Scilab

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Ciencia de Materiales
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	201
Semestre:	Segundo
Área en plan de estudios:	Obligatoria
Créditos	10
Total de horas por semana:	4
Total de horas semestre:	72 horas lectivas-118 horas de trabajo
Fecha de actualización:	Abril 2016
Clave y Materia requisito:	102
<p>Propósito general: El alumno será capaz de describir las principales características de las familias de materiales más importantes en la ciencia y tecnología.</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
1) Transformaciones de fase y diagramas de fase	<p>Introducción</p> <p>Cambios de energía y entropía durante las transformaciones de fase</p> <p>Transformaciones y diagramas de fase en sistemas de una componente.</p> <p>Transformaciones de fase por nucleación y crecimiento.</p> <p>La Regla de las Fases de Gibbs</p> <p>Equilibrio en sistemas de dos componentes</p> <p>Diagramas de equilibrio binarios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soluciones continuas - Regiones bi-fásicas en diagramas binarios - La Regla de la Palanca - Enfriamiento a través de una región bi-fásica - <p>Diagramas eutécticos</p> <ul style="list-style-type: none"> - El diagrama Ag-Cu - El diagrama Al-Cu <p>Diagramas binarios con reacciones invariantes</p> <p>Diagramas binarios con compuestos</p> <p>Diagramas binarios complejos</p> <p>Diagramas binarios de cerámicos</p> <p>Bandas de solubilidad en diagramas de metales y cerámicos</p> <p>Orden-desorden en diagramas binarios</p> <p>El diagrama hierro-cementita y la transformación martensítica</p> <p>Transformaciones martensíticas reversibles</p> <p>Polímeros con memoria de forma</p> <p>Transiciones líquido-cristal y líquido-amorfo</p> <p>Diagramas de fase para polímeros</p>

	Diagramas de fase ternarios
2) Materiales para ingeniería	<p>Metales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aleaciones de aluminio y de cobre - Aceros - Aleaciones de magnesio y de titanio. Superalaciones - Metales nobles y refractarios <p>Cerámicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerámicos estructurales - Cerámicos funcionales - Vidrios <p>Polímeros</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polímeros termoplásticos - Polímeros termoestables - Elastómeros - Siliconas - Poliuretano
3) Propiedades mecánicas de los materiales	<p>Introducción</p> <p>Esfuerzo y deformación</p> <p>Energía de deformación</p> <p>Deformación plástica</p> <p>Diagramas esfuerzo-deformación para mono- y policristales</p> <p>Diagramas esfuerzo-deformación en la industria</p> <p>Superplasticidad</p> <p>Dureza, microdureza y nanodureza</p> <p>Endurecimiento de metales y cerámicos</p> <p>Nanotubos de carbono, grafeno y nanohilos</p> <p>Propiedades mecánicas de los polímeros</p>
4) Tratamiento térmico a los materiales	<p>Introducción</p> <p>Módulo elástico y temperatura</p> <p>Deformación plástica de líquidos y amorfos</p> <p>Fractura</p> <p>Efecto de la temperatura sobre los diagramas deformación-esfuerzo de metales, polímeros y cerámicos</p> <p>Modelos viscoelásticos de las deformaciones elástica y plástica</p>

	Alivio de tensiones
5) Propiedades eléctricas	<p>Conductividad eléctrica</p> <p>Efecto de la temperatura sobre la conductividad</p> <p>Aislantes, semiconductores y superconductores</p> <p>Propiedades eléctricas de los polímeros</p> <p>Junturas semiconductoras</p> <p>Dieléctricos, piezoelectricos y ferroelectricos</p>
6) Propiedades magnéticas	<p>Introducción</p> <p>Diamagnéticos</p> <p>Paramagnéticos</p> <p>Ferro-, ferri- y antiferromagnéticos</p> <p>Magnetostricción</p> <p>Magnetorresistencia</p>
7) Propiedades electroquímicas	<p>Introducción</p> <p>Oxidación, degradación, corrosión, electroprocesamiento, baterías y celdas de combustible</p> <p>Interacción de los metales y los cerámicos con el oxígeno</p> <p>Degradación de los polímeros</p> <p>Fundamentos de la electroquímica</p> <p>Corrosión</p> <p>Electromaquinado, electroplulado y electroplateado</p> <p>Baterías</p> <p>Celdas de combustible</p>
8) Materiales compuestos	<p>Introducción</p> <p>Refuerzo de materiales</p> <p>Materiales para matrices</p>

	<p>Respuesta mecánica de compuestos uniaxiales</p> <p>Propiedades eléctricas y térmicas de compuestos</p> <p>Configuraciones de compuestos</p> <p>Fallas en compuestos</p> <p>Reciclado de compuestos</p> <p>Compuestos para construcción</p>
9) Materiales fotónicos	<p>Introducción</p> <p>Ondas electromagnéticas en el vacío</p> <p>Reflexión, refracción y absorción de las ondas electromagnéticas por los materiales</p> <p>Absorción y enlace químico. Celdas solares</p> <p>Foto-emisión. LEDs, OLEDs y LASERs</p>
10) Selección de materiales	<p>Materiales, propiedades y diseño</p> <p>Metodología para selección de materiales</p> <p>Selección de materiales y sustentabilidad</p> <p>Bases de datos de materiales</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio:</p> <p>1-10</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>Tareas, Exposiciones, Exámenes</p>	

Bibliografía

1. Gilmore, Ch. *Materials Science and Engineering Properties*. Cengage Learning, Stanford (2015).
2. Marzari, N., Irvine, D. *Fundamentals of Materials Science Lecture Notes*.
<http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-012-fundamentals-of-materials-science-fall-2005/lecture-notes/>

3. Carter, W. C. *Thermodynamics of Materials Lecture Notes*. <http://pruffle.mit.edu/3.00/> (2002).
 4. Atkins, P., De Paula, J. *Química Física*. Ed. Médica Panamericana, 2007.
 5. Engel, T., and P. Reid. *Physical Chemistry*. San Francisco, CA: Benjamin Cummings, 2005.
 6. Allen, S. M., and E. L. Thomas. *The Structure of Materials*. New York, NY: J. Wiley & Sons, 1999.
 7. Devereux, O. F. *Topics in Metallurgical Thermodynamics*. John Wiley and Sons, 1983.
 8. Gaskell, D. R. *Introduction to Metallurgical Thermodynamics*. McGraw-Hill, 2nd edition, 1981.
 9. Fuentes-Cobas, L.E., Fuentes-Montero, M.E. *La relación estructura-simetría-propiedades en cristales y policristales*. Reverté 2008
- Newnham, R.E. *Properties of materials*. Oxford

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Caracterización de Materiales I
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	202
Semestre:	Segundo Semestre
Área en plan de estudios:	Obligatoria
Créditos	12.5
Total de horas por semana:	5
Total de horas semestre:	90 horas lectivas-110 horas de trabajo
Fecha de actualización:	Mayo 2016
Clave y Materia requisito:	Cursos Tronco Común
Propósito general: El alumno adquirirá la habilidad y los fundamentos sobre las técnicas generales de caracterización microestructural de Materiales y Nanomateriales.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Principios y Fundamentos Análisis Químico	Alcances y limitaciones de las técnicas orientadas al análisis elemental (AA, ICP, CHONS) Descripción de las técnicas más comunes en el Análisis Elemental Revisión de los criterios en la selección de la técnica de análisis

	Preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos
Objeto de estudio 2. Análisis de materiales mediante Difracción de Rayos X	Alcances y limitaciones de la Difracción de Rayos X Revisión de los fundamentos de la técnica Descripción de los equipos de análisis por DRX Preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos
Objeto de estudio 3. Microscopia óptica	Alcances y limitaciones de las técnicas relacionadas con la MO Revisión de los criterios en la selección de la técnica de análisis MO Preparación de muestras H Interpretación de Resultados Casos Prácticos
Objeto de estudio 4. Microscopia Electrónica de Barrido	Ventajas y desventajas de las técnicas relacionadas con MEB. Fundamentos del análisis por MEB. Información obtenida a partir de las técnicas de análisis MEB. Análisis mediante rayos x de energía dispersiva. Preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos: Estudio de materiales nanométricos
Objeto de estudio 5. Medición de propiedades mecánicas	Introducción a las propiedades mecánicas de los materiales Propiedades mecánicas (énfasis en nanomateriales) Ensayo de tensión Ensayo de compresión Ensayo de torsión Ensayo de flexión Ensayo de corte Dureza Impacto

	Casos Prácticos
Objeto de estudio 6 Análisis Térmicos para la caracterización de materiales	Alcances y limitaciones de las técnicas basadas en Tratamientos Térmicos de Muestras Descripción del fundamento de la técnica Descripción de los equipos y accesorios Revisión de los criterios en la selección de condiciones de análisis y preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos
Objeto de estudio 7 Espectroscopía Infrarrojo y Ultravioleta	Alcances y limitaciones de Análisis UV e IR Descripción del fundamento de las técnicas Descripción de equipos y accesorios Revisión de los criterios en la selección de condiciones de análisis y Preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Proveer los fundamentos y las herramientas para llevar a cabo la adecuada caracterización de materiales y Nanomateriales.	Instrumentos de evaluación: El curso se divide en siete módulos. Al término de cada módulo se hace una evaluación. Se dará un porcentaje del 70% a exámenes y se asignará un 30% correspondiente a prácticas, tareas, trabajos y participación en clase.	El alumno será capaz de discernir entre las técnicas de caracterización general cual es la más adecuada para una aplicación específica.

Bibliografía /Referencias

- Elements Of X Ray Diffraction by Cullity, B. D, Published 1956. Topics NATURAL SCIENCES, Physics, Physical nature of matter
- El Microscopio óptico Héctor Barrera Escorcia, Rodolfo Cárdenas Reygadas., 1997, ISBN: 968-856-481-8.

- Introduction to optical microscopy, Jerome Mertz. 1a edición 2010.
- Fundamentals of light microscopy and electronic imaging, Douglas B. Murphy. 2001, A. John Wiley and Sons, Inc. Publication.
- Transmission Electron Microscopy, D. B. Williams and C. B. Carter, Plenum Press New York and London 1995.
- Materials Science and Technology, Vol. 2A y 2B, Characterization of Materials, Volume Editor E. Lifshin, VCH Weinheim New York Basel Cambridge, 1992.
- Scanning Electron Microscopy, L. Reimer, 2^{da} Edición, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1998.
- Microscopia Electrónica, M. José-Yacamán y J. Reyes-Gasga, 1^{ra} Edición, Fondo de Cultura Económica, México 1995.
- Transmission Electron Microscopy, L. Reimer, 4^{ta} Edición, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1997.
- A Practical Guide to Scanning Probe Microscopy, R. Howland and L. Benatar, Park Scientific Instruments, 1993.

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Termodinámica
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	203
Semestre:	Segundo
Área en plan de estudios:	Obligatoria
Créditos	20
Total de horas por semana:	5
Total de horas semestre:	80
Fecha de actualización:	Mayo 2016
Clave y Materia requisito:	Básica
Propósito general: Que el alumno sea capaz de calcular la entrada y salida de energía de un sistema. Que establezca las condiciones para la interacción térmica y el aislamiento de los sistemas. Que calcule la eficiencia de las máquinas térmicas. Que generalice y enfoque estos conceptos al impacto ambiental, tecnológico y científico por el desarrollo de las máquinas en la escala macroscópica y microscópica	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción.	Sistema físico de la termodinámica. Naturaleza del estado físico y de las variables del sistema termodinámico. Sistemas ideales y reales (gases, magnetos, dieléctricos). Estados de agregación de la materia. Propiedades de las fronteras o paredes que limitan a los sistemas macroscópicos: adiabáticas, diatérmicas, permeables,

	<p>impermeables, rígidas y móviles.</p> <p>Concepto de estado de equilibrio de un sistema macroscópico.</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Equilibrio termodinámico de sistemas compuestos.</p>	<p>Equilibrio adiabático, equilibrio diatérmico,</p> <p>Equilibrio termodinámico.</p> <p>Ley cero de la termodinámica. "Violaciones" a la ley cero.</p> <p>Concepto de temperatura.</p> <p>Ecuación de estado de un sistema termodinámico.</p> <p>Medición de la temperatura.</p> <p>Escalas. Termómetros.</p>
<p>Objeto de estudio 3. Cambios de un estado de equilibrio a otro (Procesos).</p>	<p>Procesos cuasiestáticos, reversibles y reales.</p> <p>Diagramas de propiedades para los procesos de cambio de fase.</p> <p>Ecuación del gas ideal.</p> <p>Concepto de trabajo, calor y energía interna en procesos termodinámicos.</p> <p>Trabajo adiabático.</p> <p>Primera ley de la termodinámica.</p> <p>Funciones de respuesta térmica (calores específicos).</p> <p>Concepto de entalpía.</p> <p>Aplicaciones de la primera ley.</p> <p>Reacciones químicas.</p> <p>Calor latente.</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Transferencia de energía</p>	<p>Transferencia de calor.</p> <p>Transferencia de energía por trabajo.</p> <p>Principio de conservación de la masa.</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p>	<p>Procesos ciclos reversibles e irreversibles en sistemas</p>

Segunda ley de la termodinámica	<p>compuestos.</p> <p>Maquinas térmicas.</p> <p>Enunciados de Kelvin, Planck y Clausius.</p> <p>Eficiencia de una máquina.</p> <p>Refrigeradores y bombas de calor.</p> <p>Escala absoluta de la temperatura.</p> <p>Teorema y corolario de Carnot.</p> <p>Entropía.</p> <p>Principio de la degradación de la energía. Exergía.</p> <p>Eficiencia.</p>
Objeto de estudio 6. Aplicaciones de la segunda ley de la termodinámica.	<p>Ecuaciones Tds.</p> <p>Relaciones entre las ecuaciones de estado: aplicaciones en gases, líquidos, sólidos y plasmas.</p> <p>Ecuación de Clausius-Clapeyron.</p> <p>Estabilidad termodinámica.</p> <p>Equilibrio mecánico, térmico y químico.</p> <p>Principio de Le Chatelier-Braun.</p>
Objeto de estudio 7. Transiciones de fase.	<p>Transiciones de fase para sustancias puras.</p> <p>Transiciones de fase de primer y segundo orden.</p> <p>Ecuación de Ehrenfest.</p> <p>Transiciones de fase orden-desorden.</p> <p>Aplicaciones magnetismo y superconductividad.</p>
Objeto de estudio 8. Radiación del cuerpo negro.	<p>Ley de Wien.</p> <p>Oscilador de Hertz en equilibrio con la radiación del cuerpo negro.</p> <p>Distribución de Planck.</p>

--	--

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: <ol style="list-style-type: none"> Unidad I. Introducción. Unidad II Equilibrio termodinámico de sistemas compuestos. Unidad III Cambios de un estado de equilibrio a otro (Procesos). Unidad IV Transferencia de energía. Unidad V Segunda ley de la termodinámica . Unidad VI Aplicaciones de la segunda ley de la termodinámica . Unidad VII Radiación del cuerpo negro. 	Instrumentos de evaluación: <p>Participación en clase 10% (Sesión de preguntas, resolución de ejercicios, fomento de la discusión de artículos).</p> <p>Tarea 30% (Desarrollos de ejercicios, lectura de artículos, revisión bibliográfica adicional sobre aspectos históricos relacionados a los conceptos).</p> <p>Examen 30% (2 horas para su resolución). Aplicando cuatro exámenes que cubran 2 objetos de estudio. (Resolución de ejercicios y desarrollo por escrito de algún tema).</p> <p>Hay posibilidad de recuperar un examen para obtener una mejor puntuación.</p> <p>Reporte (con formato de artículo), presentación con diapositivas (en formato ppt) y discusión 30% (1 hora para cada objeto de estudio). (Generalización teórica o análisis de datos experimentales sobre algún tema asociado a una problemática de frontera (con impacto ambiental, impacto tecnológico o impacto científico). Esto se realiza a través de la revisión bibliográfica especializada (búsqueda en scopus).</p>	<p>El alumno será capaz de generalizar los conceptos de energía, de su interacción térmica y el estudio de sistemas aislados a problemas reales en la ciencia de materiales.</p> <p>También será capaz de aplicar estos conceptos a problemas en los procesos naturales e industriales.</p>

Bibliografía /Referencias básica

[1] Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, "Thermodynamics. An Engineering Approach".

Fifth Edition. McGraw-Hill. 2006

[2] M. W. Zemansky, R. H. Dittman. "Calor y termodinámica", Sexta edición. Editorial McGraw-Hill, México 1990

[3] H. Callen "Thermodynamics and an introduction to thermostatistics". Second edition, John Wiley & Sons. 1985

[4] Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner, Margaret B. Bailey.

"Fundamentals of Engineering Thermodynamics". Seventh edition. John Wiley Sons, Inc. 2011

[5] Michael J. Moran "Engineering Thermodynamics". Mechanical Engineering

Handbook. Ed. Frank Kreith. Boca Raton, CRC Press LLC. 1999

Bibliografía /Referencias complementarias

[5] L. García Colín "Introducción a la termodinámica clásica". Editorial Trillas. México. 1990

[4] L. García Colín De la máquina de vapor al cero absoluto (calor y entropía.) México FCE, 1986

[5] L. García Colín Y sin embargo se mueven... (teoría cinética de la materia). México, FCE, 1987

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Computación para la ciencia de materiales
Tipo de materia:	Básica
Clave de la materia:	204
Semestre:	Segundo
Área en plan de estudios:	Obligatoria
Créditos	12.5
Total de horas por semana:	5
Total de horas semestre:	90 horas lectivas/110 horas de trabajo
Fecha de actualización:	Mayo 2016
Clave y Materia requisito:	Básicas

Propósito general: Proporcionar las herramientas básicas para que el alumno sea capaz de desarrollar y/o emplear modelos matemáticos para entender y predecir fenómenos físico-químicos relacionados con su tema de investigación con la ayuda de la simulación computacional.

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
<p>Objeto de estudio 1.</p> <p>I. Generalidades en modelación y simulación computacional (10 horas)</p>	<p>Introducción</p> <p>Modelos en las diferentes disciplinas científicas.</p> <p>Modelo predictivo y modelo explicativo</p> <p>Cualidades y limitaciones de la simulación, validación</p> <p>La computadora y la simulación, recordatorios de métodos numéricos</p> <p>Introducción a sistemas dinámicos</p> <p>Nociones de sistema, entrada, salida, estado.</p> <p>Espacio de fases. Movimiento, trayectoria y equilibrio.</p> <p>Estados accesibles y observables</p> <p>Vínculos entre sistemas</p> <p>Clasificación de sistemas (discretos, continuos, no lineales, lineales, estacionarios, no estacionarios)</p> <p>Sistemas continuos</p> <p>Generalidades</p> <p>Estabilidad de un estado</p> <p>Sistemas lineales continuos (principio de superposición)</p> <p>Sistemas no lineales continuos (linealización)</p> <p>Modelos estocásticos y el método de Monte Carlo</p> <p>Generación de números semi aleatorios uniformes</p> <p>Variables aleatorias</p> <p>Ejemplos</p>

<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>II. Modelado molecular y química computacional (25 horas)</p>	<p>Generalidades del modelado molecular y de la química computacional</p> <p>Tecnologías, Técnicas y Herramientas</p> <p>Simulación en computadora</p> <p>Ciencia computacional</p> <p>Modelo</p> <p>Modelado molecular</p> <p>Química Computacional</p> <p>Métodos de modelado molecular</p> <p>Análisis conformacional</p> <p>Mecánica Molecular</p> <p>Métodos de Estructura Electrónica</p> <p>Caracterización computacional de materiales</p> <p>Técnicas de caracterización</p> <p>Caracterización computacional</p> <p>Propiedades estructurales</p> <p>Propiedades espectroscópicas</p> <p>Propiedades electrónicas</p> <p>Reactividad Química</p> <p>Aplicaciones del modelado molecular y la química computacional</p> <p>Aplicaciones en fármacos</p>

	<p>Aplicación en alimentos</p> <p>Aplicaciones en fotovoltaica</p> <p>Aplicaciones varias</p> <p>Tutoriales</p> <p>Caracterización de Moléculas orgánicas</p> <p>Estructura de mínima energía</p> <p>Espectros IR, UV/Vis</p> <p>Reactividad</p> <p>Modelado de cristales y nanoestructuras</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>III. Modelación y simulación en sistemas macroscópicos (40 horas)</p>	<p>Generalidades de modelos de medio continuo</p> <p>Variables macroscópicas</p> <p>Derivadas parciales, operadores</p> <p>Fenómenos regidos por una ecuación de tipo Poisson.</p> <p>Ecuaciones generales, condiciones de frontera</p> <p>Transferencia de calor</p> <p>Difusión de especies diluidas en una solución</p> <p>Electrostática</p> <p>Flujo en medios porosos</p> <p>Generalidades de problemas de mecánica de sólidos deformables</p> <p>Vector desplazamiento, matriz de deformación, matriz de esfuerzos</p> <p>Ecuaciones generales, condiciones de frontera</p> <p>Generalidades de problemas de mecánica de fluidos</p> <p>Descripción euleriana del movimiento.</p> <p>Ecuaciones generales, condiciones de frontera</p> <p>Generalidades de problemas de electromagnetismo</p> <p>Campo eléctrico, magnético, flujo magnético, densidad de corriente</p> <p>Ecuaciones generales, condiciones de frontera</p>

	<p>Aplicaciones</p> <p>Nociones del método de elementos finitos</p> <p>Modelos 0D, 1D, 2D, 3D</p> <p>Análisis estacionarios, transientes, frecuenciales</p> <p>Problemas multifísicos. Cálculos secuenciales, cálculos acoplados</p> <p>Modelación y simulación de síntesis de materiales y procesos de manufactura</p> <p>Reacciones químicas</p> <p>Casos de estudio:</p> <p>Diseño de un reactor químico</p> <p>Optimización de un proceso de aspersión pirolítica para la elaboración de nano/micropartículas</p> <p>Optimización de un proceso de dip-coating</p> <p>Optimización de un proceso de spin-coating</p> <p>Modelación y simulación del desempeño de materiales en sus aplicaciones</p> <p>Casos de estudio:</p> <p>Corrosión e integridad mecánica de un tanque</p> <p>Choque térmico</p> <p>Funcionamiento de una celda fotovoltaica (optimización del rendimiento)</p> <p>Análisis de falla de un transformador</p>
--	--

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Computación para la ciencia de materiales	Instrumentos de evaluación: Una presentación oral de un proyecto relacionado con la aplicación del curso al tema de tesis del alumno.	El curso tiene una primera parte descriptiva de las generalidades común a todos los estudiantes que ocupará entre el 50 y 60% del tiempo. La segunda parte del curso tiene una naturaleza personalizada. En esta sección cada estudiante deberá resolver un problema particular ligado a su tema de investigación

		<p>empleando los recursos de computación especializados.</p> <p>Proporcionar las herramientas básicas para que el alumno sea capaz de desarrollar y/o emplear modelos matemáticos para entender y predecir fenómenos físico-químicos relacionados con la ciencia de materiales con la ayuda de la simulación computacional.</p>
--	--	---

Bibliografía /Referencias

- M. Law, W. D. Kelton. Simulation modeling and analysis. McGraw Hill, 1991
- G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems. Theory, Models and Applications. J. Wiley and Sons. 1979.
- R. Hamming. Numerical Methods for Scientists and Engineers. Second edition. New York, McGraw-Hill, 1973.
- Dhatt, G. Touzot, E. Lefrançois. Finite Element Method. John Wiley and Sons, 2012.
- Manuales y tutoriales de los software empleados.

Descripción de las materias de investigación

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Metodología de la Investigación
Tipo de materia:	Obligatoria
Clave de la materia:	105
Semestre:	Primero
Área en plan de estudios:	Básicas
Créditos	2
Total de horas por semana:	2
Total de horas semestre:	36
Fecha de actualización:	Abril 2016
Clave y Materia requisito:	10-102-103-104
<p>Propósito general: El alumno adquirirá conocimientos que le permitan realizar investigación científica utilizando metodología apropiada y será capaz de redactar artículos científicos para su publicación. El alumno también aprenderá los principios de ética en la realización de investigación científica.</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
1.- Método de Investigación Científica	<p>El Conocimiento Científico</p> <p>Definición de Problemas de Investigación</p> <p>Planteamiento de Hipótesis</p> <p>Técnicas de Investigación Científica</p>
2.- Revisión Bibliográfica	<p>Fuentes de Información Bibliográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Artículos Científicos - Factor de Impacto - Libros - Patentes - Información de Internet <p>Guía para uso de Citas y Bibliografía</p>
3.- Teoría de Errores	<p>Conceptos Básicos</p> <p>Precisión y exactitud</p> <p>Clasificación de Errores</p> <p>Cifras Significativas</p> <p>Errores de Medición</p> <p>Propagación de Errores</p>
4.- Principios de Diseño de Experimentos	<p>Diseño de Experimentos en la Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variables, Factores, Niveles - Diseños para comparación de dos o más tratamientos - Diseños para estudiar efecto de varios factores sobre la(s) respuesta(s)
5.- Redacción de Literatura Científica	<p>Artículo Científico</p> <p>Preparación de la redacción del artículo Científico</p> <p>Estructura y Elementos del Artículo Científico</p> <p>El Proceso Editorial</p>
6.- Ética en la Investigación Científica	<p>Malas Prácticas en la Publicación de Artículos Científicos</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: 1-5	Instrumentos de evaluación: Tareas, Exposiciones, Exámenes	Comunicativa

Bibliografía /Referencias

1. Ramón Ruiz
El Método Científico y sus Etapas, México 2007
2. Ana M. Contreras Rodolfo J. Ochoa Jiménez
Manual de Redacción Científica, México 2010

ISBN 978-970-764-999-6
3. H. Gutiérrez Pulido & R. de la Vara Salazar
Análisis y Diseño de Experimentos

McGraw-Hill Interamericana

ISBN-10: 970-10-4017-1

Descripción de las materias de especialización transversales

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Caracterización de Materiales II
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno adquirirá la habilidad y los fundamentos sobre las técnicas especializadas de caracterización microestructural de Materiales y Nanomateriales.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Microscopia de fuerza Atómica AFM y Microscopia de tunelaje STM	Fundamentos del funcionamiento de AFM Alcances y limitaciones de las técnicas Preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos Medición de propiedades mecánicas para materiales nanometricos

Objeto de estudio 2. Análisis mediante técnicas electroquímicas	Alcances y limitaciones de las técnicas electroquímicas Revisión de los fundamentos de la técnica Descripción de los equipos para pruebas electroquímicas Preparación de muestras Interpretación de Resultados Casos Prácticos
Objeto de estudio 3. Técnicas analíticas para evaluación de propiedades texturales en Materiales.	Alcances y limitaciones de las técnicas de análisis de propiedades texturales Fundamentos de las técnicas de análisis de área superficial, porosidad y distribución de tamaño de partículas Descripción de las técnicas comunes para análisis de propiedades de textura de sólidos Interpretación de Resultados Casos Prácticos
Objeto de estudio 4. Técnicas analíticas para evaluación de propiedades magnéticas en Materiales.	Introducción a las propiedades magnéticas de los materiales Medición de estabilidad térmica de propiedades magnéticas Medición del loop de histéresis (M_r , M_s , S^* , H_c , M_{rt} , SFD) Magnetización Inicial Medición de anisotropía magnética Medición de pérdida de histéresis rotacional Casos Prácticos
Objeto de estudio 5. Espectroscopia Raman	Alcances y limitaciones de la técnica Fundamentos de la técnica. Descripción de las técnicas comunes para análisis de propiedades

	<p>Interpretación de Resultados</p> <p>Casos prácticos</p>
<p>Objeto de estudio 6</p> <p>Microscopia Electrónica de Transmisión MET</p>	<p>Fundamentos del análisis por MET.</p> <p>Ventajas y desventajas de las técnicas relacionadas con MET.</p> <p>Información obtenida a partir de las técnicas de análisis mediante MET.</p> <p>Preparación de muestras FIB</p> <p>Interpretación de Resultados</p> <p>Casos Prácticos: Estudio de materiales nanométricos</p>
<p>Objeto de estudio 7</p> <p>Interpretación de espectroscopias: por pérdida de electrones EELS, XPS, absorción de rayos x blandos (AXS) por Hartree-Fock (calculo multiplete).</p>	<p>Fundamentos de la técnica.</p> <p>Alcances y limitaciones de la técnica</p> <p>Descripción de las técnicas comunes para análisis de propiedades</p> <p>Interpretación de Resultados</p> <p>Casos Prácticos</p>
<p>Objeto de estudio 8</p> <p>Resonancia Magnética Nuclear</p>	<p>Alcances y limitaciones del Análisis mediante RMN</p> <p>Descripción del fundamento de las técnicas</p> <p>Descripción de equipos y accesorios</p> <p>Revisión de los criterios en la selección de condiciones de análisis y preparación de muestras</p> <p>Interpretación de Resultados</p> <p>Casos Prácticos</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
-----------------	-------------------------	-------------

Objeto de estudio: Proveer los fundamentos y las herramientas para llevar a cabo la adecuada caracterización de materiales y Nanomateriales con técnicas especializadas.	Instrumentos de evaluación: El curso se divide en ocho módulos. Al término de cada módulo se hace una evaluación. Se dará un porcentaje del 70% a exámenes y se asignará un 30% correspondiente a prácticas, tareas, trabajos y participación en clase.	El alumno será capaz de discernir entre las técnicas de caracterización especializadas cual es la más adecuada para una aplicación específica.
--	---	--

Bibliografía /Referencias

- Patrick JW, editor. Porosity in carbons: Characterization and applications, Great Britain: Halsted Press, 1995.
- Gregg SJ, Sing KSW. Adsorption, surface area and porosity. Academic Press London: 1997.
- Quantachrome Corporation, Manual uso del equipo Autosorb 1C.
- Carlos Leon y Leon Cota Servicios Quantacrome Corporation, Apuntes de Seminario de Caracterización de Sólidos Porosos Mediante Adsorción de Gases, Octubre 1996. Mexico D.F.
- Introduction to Magnetic Materials. Author(s): B. D. Cullity, C. D. Graham, Print ISBN: 9780471477419, Online ISBN: 9780470386323, DOI: 10.1002/9780470386323.
- Transmission Electron Microscopy, D. B. Williams and C. B. Carter, Plenum Press New York and London 1995.
- Transmission Electron Microscopy, L. Reimer, 4^{ta} Edición, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1997.

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Cristalografía y Difracción
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno poseerá una visión analítica de las teorías cristalográficas y de difracción, de manera que le propicie el abordaje de cursos más avanzados y especializados en técnicas de difracción de rayos x y microscopia.	

--	--

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
<p>Objeto de estudio 1.</p> <p>Aspectos fundamentales de Teoría de grupos</p>	<p>Permutabilidad</p> <p>Conjugados</p> <p>Subgrupos</p> <p>Producto de grupos</p> <p>Grupos isomórficos</p> <p>Notación</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Operaciones de simetría</p>	<p>Translación</p> <p>Reflexión</p> <p>Rotación</p> <p>Inversión</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Redes</p>	<p>Primitivas y no-primitivas</p> <p>Índices de miller</p> <p>Relaciones interplanares e interangulares</p> <p>Proyección estereográfica</p> <p>Redes de wulff</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Principios de la difracción</p>	<p>Ondas</p> <p>Principio de huygen</p> <p>Difracción de fresnel</p> <p>Difracción de fraunhofer</p> <p>Ecuaciones de laue</p> <p>Red recíproca y esfera de ewald</p> <p>Grupos de laue</p> <p>Notación usada en difracción.</p>

Objeto de estudio 5. Estructuras no-cristalinas	Cuasicristales Sólidos incommensurados Grupos espaciales de alta dimensión
--	--

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Cristalografía y Difracción	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno poseerá una visión analítica de las teorías cristalográficas y de difracción, de manera que le propicie el abordaje de cursos más avanzados y especializados en técnicas de difracción de rayos x y microscopia.

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Estructura electrónica de los materiales
Tipo de materia:	Optativas
Propósito general: El estudiante analizará el comportamiento de los electrones en los sólidos cristalinos ubicando la importancia de los electrones en la descripción de algunas propiedades de los sólidos: propiedades eléctricas, propiedades ópticas y propiedades magnéticas.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1.	La Ecuación de Schrödinger

Mecánica cuántica	Partícula en una caja de paredes rígidas Interpretación física de la función de onda Transmisión y reflexión por una barrera de potencial El oscilador armónico El átomo de hidrógeno Átomos con más de un electrón, el Principio de Exclusión de Pauli y Tabla Periódica de los elementos
Objeto de estudio 2. Mecánica estadística	Partículas distinguibles e indistinguibles Distribución de energías en un sistema de partículas Funciones de distribución de Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein y Fermi- Dirac
Objeto de estudio 3. El modelo de electrón libre	Electrones libres en un metal Densidad de estados como función de la energía Energía de Fermi
Objeto de estudio 4. Teoría de bandas	Teorema de Bloch Modelo de Kronig-Penney Densidad de estados en una banda Masa efectiva Huecos Conductores, aislantes y semiconductores
Objeto de estudio 5. Propiedades ópticas	Transmisión, reflexión y absorción Procesos de absorción en sólidos Transiciones directas e indirectas Excitones Plasmones

	<p>Excitaciones colectivas de electrones ligados</p> <p>Espectroscopía óptica</p> <p>Espectroscopía de electrones</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Propiedades eléctricas</p>	<p>Conductividad eléctrica</p> <p>Tiempos de relajación</p> <p>Nivel de Fermi en semiconductores</p> <p>Semiconductores intrínsecos</p> <p>Semiconductores extrínsecos Efecto Hall</p>
<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>Propiedades magnéticas</p>	<p>Propiedades magnéticas de los átomos</p> <p>Diamagnetismo</p> <p>Paramagnetismo de electrones libres</p> <p>Paramagnetismo de electrones ligados ferromagnetismo</p> <p>Antiferromagnetismo</p> <p>Ferrimagnetismo</p> <p>Dominios ferromagnéticos</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio:</p> <p>Estructura electrónica de los materiales</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas</p>	<p>El estudiante analizará el comportamiento de los electrones en los sólidos cristalinos ubicando la importancia de los electrones en la descripción de algunas propiedades de los sólidos: propiedades eléctricas, propiedades ópticas y propiedades magnéticas.</p>

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Introducción a la química computacional
Tipo de materia:	Optativas
Propósito general: El alumno aplicará del campo de la Química Computacional los conceptos: al diseño, caracterización y modelado molecular en Ciencia de Materiales.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción	Referencias Ejemplos de aplicación de la Química Computacional y el Modelado Molecular en Ciencia de Materiales
Objeto de estudio 2. Métodos de campos de fuerza	Introducción La energía del campo de fuerza. Parametrización del campo de fuerza. Diferencias entre campos de fuerzas. Consideraciones computacionales. Validación de campos de fuerzas. Consideraciones prácticas Ventajas y limitaciones de los métodos de campos de fuerzas Modelado de estructuras de transición Métodos híbridos campo de fuerza-estructura electrónica
Objeto de estudio 3. Métodos de estructura electrónica	Las aproximaciones adiabáticas y de Born-Oppenheimer Teoría del campo autoconsistente Energía del determinante de Slater Teorema de Koopmans Aproximación del conjunto de base Formulación alternativa del problema variacional Métodos Hartree-Fock restringidos e irrestringidos Técnicas SCF Métodos semiempíricos Parametrización Performance de métodos semiempíricos

	<p>Teoría Huckel extendida</p> <p>Limitaciones y ventajas de los métodos semiempíricos</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Métodos de correlación electrónica</p>	<p>Determinantes de Slater de excitación</p> <p>Interacción de configuraciones</p> <p>Ilustración de cómo CI tiene en cuenta el problema de la correlación electrónica</p> <p>Problema de la disociación HF restricto</p> <p>Problemas de la disociación HF irrestricto y de contaminación de Spin. Consistencia de tamaño y extensividad</p> <p>El campo autoconsistente multiconfiguracional</p> <p>Interacción de configuraciones multireferencial</p> <p>Teoría de perturbación de varios cuerpos.</p> <p>Métodos “coupled cluster”</p> <p>Conexiones entre “coupled cluster”, interacción de configuraciones y teoría de perturbaciones</p> <p>Métodos involucrando distancias interelectrónicas</p> <p>Métodos directos</p> <p>Métodos de orbitales localizados</p> <p>Resumen de métodos de correlación electrónica</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Conjuntos de base Orbitales tipo</p>	<p>Slater y Gaussianos</p> <p>Clasificación de conjuntos de base</p> <p>Conjuntos de base bien balanceados</p> <p>Conjuntos de base contraídos</p> <p>Procedimientos de extrapolación</p> <p>Reacciones isogíricas e isodésmicas</p> <p>Conjuntos de base de potenciales efectivos</p> <p>Errores de superposición de conjuntos de bases</p> <p>Métodos pseudoespectrales</p>
	<p>El principio variacional</p>

<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Teoría de funcionales de la densidad</p>	<p>Teoremas de Hohenberg-Kohn</p> <p>Fórmula de conexión adiabática</p> <p>Métodos de la densidad locales</p> <p>Métodos de corrección en gradientes</p> <p>Métodos híbridos</p> <p>Performance</p> <p>Consideraciones computacionales. Referencias</p>
<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>Métodos de enlace de valencia</p>	<p>Enlace de valencia clásico</p> <p>Enlace de valencia con acoplamiento de Spin</p> <p>Enlace de valencia generalizado. Referencias</p>
<p>Objeto de estudio 8.</p> <p>Métodos relativísticos</p>	<p>Conexión entre las ecuaciones de Dirac y de Schrödinger</p> <p>Sistemas de varios cuerpos</p> <p>Cálculos de cuatro componentes. Referencias</p>
<p>Objeto de estudio 9.</p> <p>Análisis de la función de onda</p>	<p>Análisis poblacional basado en las funciones de base</p> <p>Análisis poblacional basado en el potencial electrostático</p> <p>Análisis poblacional basado en la función de onda</p> <p>Orbitales localizados</p> <p>Orbitales naturales</p> <p>Análisis de orbitales naturales atómicos y de orbitales naturales de enlace. Consideraciones computacionales</p>
<p>Objeto de estudio 10.</p> <p>Propiedades moleculares</p>	<p>Ejemplos: campo eléctrico externo, campo magnético externo, momento magnético interno, cambio de geometría, derivadas mixtas</p> <p>Métodos de perturbación. Técnicas de derivadas</p> <p>Técnicas del lagrangiano</p> <p>Método Hartree-Fock del acoplamiento perturbado</p> <p>Perturbación del campo eléctrico</p>

	<p>Perturbación del campo magnético</p> <p>Perturbaciones de geometría</p> <p>Métodos de propagadores</p> <p>Conjunto de bases de propiedades</p>
<p>Objeto de estudio 11.</p> <p>Consideraciones prácticas</p>	<p>Uso de programas computacionales</p> <p>Lenguajes de programación</p> <p>Preparación de entradas para programas de Química Computacional. Análisis de resultados</p> <p>Métodos semiempíricos: Chem3D, HyperChem, MOPAC</p> <p>Métodos ab initio: Gaussian 98, GAMESS</p> <p>Métodos de funcionales de la densidad: Gaussian 98</p>
<p>Objeto de estudio 12.</p> <p>Ilustrando los conceptos</p>	<p>Convergencia de geometrías</p> <p>Convergencia de momentos dipolares</p> <p>Convergencia de frecuencias vibracionales</p> <p>Curvas de disociación de enlaces</p> <p>Curvas de ángulos de enlace</p> <p>Sistemas problemáticos</p> <p>Energías relativas de sistemas isoméricos</p> <p>Propiedades de conducción eléctrica</p> <p>Propiedades ópticas no lineales</p> <p>Termoquímica computacional. Métodos G1, G2, G3 y CBS</p>
<p>Objeto de estudio 13.</p> <p>Teoría del estado de transición y mecánica estadística</p>	<p>Teoría del estado de transición</p> <p>Mecánica estadística</p> <p>Funciones de partición translacional, rotacional, vibracional y electrónica. Contribuciones de la entalpía y la entropía Referencias</p>
	Coordenadas vibracionales normales

Objeto de estudio 14. Cambio de sistemas de coordenadas	Energía del determinante de Slater Energía de la función de onda de interacción de configuracionesReferencias
Objeto de estudio 15. Técnicas de optimización	Método del descenso más brusco Métodos de gradientes conjugados Métodos de Newton-Raphson Elección de coordenadas Optimización de estructuras de transición Problemas de optimización restringidos Determinación de mínimos globales Muestreo conformacional Métodos de coordenada de reacción intrínseca
Objeto de estudio 16. Teorías cualitativas	Teoría de orbitales moleculares de frontera. Conceptos de Teoría de los funcionales de la densidad. Teoría cualitativa de orbitales moleculares. Reglas de Woodward-Hoffmann. Principio de Bell-Evans-Polanyi. Postulado de Hammond. Teoría de Marcus. Diagramas O'Ferral-Jenks. Referencias.
Objeto de estudio 17. Simulaciones, Métodos dependientes del tiempo y Modelos de solvatación	Métodos de simulación: energía libre, perturbación termodinámica, integración termodinámica. Métodos dependientes del tiempo: métodos clásicos, cuánticos, de Langevin, del camino de reacción. Métodos de solvatación del continuo. Referencias.

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
------------------------	--------------------------------	--------------------

Objeto de estudio: Introducción a la química computacional	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno aplicará del campo de la Química Computacional los conceptos: al diseño, caracterización y modelado molecular en Ciencia de Materiales.

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Introducción a la nanotecnología
Tipo de materia:	Optativas
Propósito general: Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para realizar investigación en una nueva área que está revolucionando la ciencia y la tecnología: la nanotecnología. Al finalizar este curso el alumno tendrá un conocimiento sólido sobre la producción, caracterización y aplicaciones de materiales y dispositivos para uso en nanotecnología. Asimismo, se mostrarán aplicaciones recientes de nuevas tecnologías utilizando materiales nanoestructurados que comprenden principalmente moléculas, materiales moleculares, polímeros, cerámicos y metales.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción	Conceptos básicos. Definiciones. Diferentes escalas Comparaciones. Conclusiones
Objeto de estudio 2. Introducción a la física del estado sólido	Estructura. Propiedades dependientes del tamaño. Estructuras cristalinas. Nanopartículas cúbicas. Estructuras semiconductoras. Vibraciones de red
Objeto de estudio 3. Métodos de medición de	Introducción. Estructura Estructuras atómicas Cristalografía

propiedades	<p>Determinación del tamaño de las partículas</p> <p>Microscopía</p> <p>Microscopía de transmisión electrónica</p> <p>Microscopía de campo iónico</p> <p>Microscopía de barrido</p> <p>Espectroscopia</p> <p>Espectroscopia infrarroja y Raman</p> <p>Espectroscopia de fotoemisión y rayos X</p> <p>Resonancia magnética</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Propiedades de nanopartículas individuales</p>	<p>Introducción. Nanocúmulos metálicos. Números mágicos</p> <p>Modelado teórico de nanopartículas. Estructura geométrica</p> <p>Estructura electrónica. Reactividad</p> <p>Cúmulos magnéticos</p> <p>Nanotransiciones</p> <p>Nanopartículas semiconductoras. Propiedades ópticas. Fotofragmentación</p> <p>Explosión coulombica</p> <p>Agregados moleculares y de gases raros. Agregados de gases inertes</p> <p>Agregados superfluitos. Cúmulos moleculares</p> <p>Métodos de síntesis. Plasma</p> <p>Métodos químicos. Termólisis</p> <p>Métodos de pulsión de láser</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Nanoestructuras de carbono</p>	<p>Introducción. Moléculas de carbono</p> <p>Naturaleza del enlace de carbono. Nuevas estructuras de carbono. Cúmulos de carbono</p> <p>Pequeños agregados de carbono</p> <p>Descubrimiento del C60. Estructura del C60 y sus cristales. C60 dopado con elementos alcalinos. Superconductividad en C60</p> <p>Fullerenos grandes y pequeños. Otros fullerenos</p>

	<p>Nanotubos de carbono. Fabricación. Estructura</p> <p>Propiedades eléctricas</p> <p>Propiedades vibracionales</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Aplicaciones de los nanotubos de carbono</p> <p>Emisión de campo y apantallamiento. Computadoras</p> <p>Celdas de combustible</p> <p>Sensores químicos</p> <p>Catálisis</p> <p>Reforzamiento mecánico</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Materiales nanoestructurados</p>	<p>Nanoestructuras sólidas desordenadas</p> <p>Métodos de síntesis</p> <p>Mecanismos de falla de materiales convencionales</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Multicapas nanoestructuradas</p> <p>Propiedades eléctricas. Otras propiedades</p> <p>Nanocompuestos vítreos. Sílice porosa</p> <p>Cristales nanoestructurados</p> <p>Nanocristales naturales</p> <p>Predicción computacionales de redes de agregados</p> <p>Arreglos de nanopartículas en zeolitas</p> <p>Cristales de nanopartículas metálicas</p> <p>Redes de nanopartículas en suspensiones coloidales</p> <p>Cristales fotónicos</p>
<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>Ferromagnetismo nanoestructurado</p>	<p>Bases del ferromagnetismo</p> <p>Efecto de la nanoestructura en las propiedades magnéticas</p> <p>Dinámica de los nanomagnetos</p> <p>Nanoporos conteniendo partículas magnéticas</p> <p>Nanoferromagnetos de carbono</p>

	<p>Magnetorresistencia</p> <p>Ferrofluidos</p>
<p>Objeto de estudio 8.</p> <p>Espectroscopía óptica y vibracional</p>	<p>Introducción</p> <p>Rango de la frecuencia de infrarrojo</p> <p>Espectroscopia de semiconductores</p> <p>Espectroscopía superficial de infrarrojo</p> <p>Espectroscopia Raman</p> <p>Espectroscopia de Brillouin. Luminiscencia</p> <p>Fotoluminiscencia. Estados superficiales</p> <p>Termoluminiscencia</p> <p>Nanoestructuras en cajas zeolíticas</p>
<p>Objeto de estudio 9.</p> <p>Alambres moleculares y puntos cuánticos</p>	<p>Introducción</p> <p>Preparación de nanoestructuras cuánticas</p> <p>Efectos del tamaño y dimensionalidad. Efectos del tamaño</p> <p>Conducción de electrones y dimensionalidad</p> <p>Gas de Fermi y densidad de estados</p> <p>Pozos de potencial. Confinamiento de partículas</p> <p>Dependencia de las propiedades de la densidad de estados. Excitones</p> <p>Tuneo de electrones. Aplicaciones</p> <p>Detectores infrarrojos</p> <p>Láseres de puntos cuánticos. Superconductividad</p>
<p>Objeto de estudio 10.</p> <p>Autoensamblaje y catálisis</p>	<p>Autoensamblaje</p> <p>Procesos de autoensamblaje. Islas de semiconductores. Monocapas</p> <p>Catálisis</p> <p>Naturaleza de la catálisis</p>

	<p>Area superficial de nanopartículas. Materiales porosos</p> <p>Arcillas. Coloides</p>
<p>Objeto de estudio 11.</p> <p>Compuestos orgánicos y polímeros</p>	<p>Introducción</p> <p>Formación y caracterización de polímeros. Polimerización</p> <p>Tamaños de los polímeros. Nanocristales</p> <p>Tipos de anillos condensados</p> <p>Tipos de polidiacetileno. Polímeros. Polímeros conductores</p> <p>Copolímeros de bloque</p> <p>Estructuras supramoleculares</p> <p>Tipos de transición mediada por enlaces. Moléculas dendríticas</p> <p>Dendrímeros supramoleculares. Micelas</p>
<p>Objeto de estudio 12.</p> <p>Materiales biológicos</p>	<p>Introducción. Bloques biológicos</p> <p>Tamaños de los bloques biológicos y nanoestructuras</p> <p>Nanoalambres polipeptídicos y nanopartículas proteínicas</p> <p>Ácidos nucleicos. Nanoalambres de ADN</p> <p>Código genético y síntesis de proteínas</p> <p>Nanoestructuras biológicas</p> <p>Ejemplos de proteínas. Micelas y vesículas</p> <p>Películas multicapa</p>
<p>Objeto de estudio 13.</p> <p>Nanomáquinas y nanodispositivos</p>	<p>Sistemas microelectromecánicos (MEMSs)</p> <p>Sistemas nanoelectromecánicos (NEMSs)</p> <p>Fabricación. Nanodispositivos y nanomáquinas</p> <p>Conmutadores moleculares y supramoleculares</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
-----------------	-------------------------	-------------

Objeto de estudio: Introducción a la nanotecnología	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para realizar investigación en una nueva área que está revolucionando la ciencia y la tecnología: la nanotecnología. Al finalizar este curso el alumno tendrá un conocimiento sólido sobre la producción, caracterización y aplicaciones de materiales y dispositivos para uso en nanotecnología. Asimismo, se mostrarán aplicaciones recientes de nuevas tecnologías utilizando materiales nanoestructurados que comprenden principalmente moléculas, materiales moleculares, polímeros, cerámicos y metales.

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Microscopia electrónica
Tipo de materia:	Optativas
<p>Propósito general: El alumno aplicará los principios de funcionamiento y operación de los microscopios electrónicos de barrido y transmisión. Empleará también las diferentes técnicas de caracterización asociadas con la microscopia electrónica y la información correspondiente derivada de las mismas. Además aplicara los conocimientos básicos para comprender los procesos de interacción entre el haz de electrones y el material de la muestra. Integrado esto último con el efecto de los componentes del microscopio explicara el proceso de formación de imágenes y los factores que lo afectan. Finalmente, diferenciara los métodos de calibración y preparación de muestras. En conclusión, será capaz de aplicar la microscopia electrónica en problemas específicos relacionados con la Ciencia de Materiales.</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1.	

<p>Conceptos básicos</p>	<p>Introducción a la microscopía</p> <p>Interacción electrón-muestra</p> <p>Dispersión Elástica</p> <p>Dispersión Inelástica</p> <p>Constitución de un microscopio electrónico Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)</p> <p>Microscopio Electrónico de Transmisión (MET)</p> <p>Funcionamiento de un microscopio electrónico</p> <p>Principio de funcionamiento de un MEB</p> <p>Funcionamiento de un MET y modos de operación.</p> <p>Preparación de muestras</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Difracción de electrones</p> <p>Difracción de electrones y el espacio recíproco.</p>	<p>Dispersión y Difracción</p> <p>Intensidad de los haces difractados</p> <p>Introducción a la teoría de difracción de electrones</p> <p>Teoría Cinemática</p> <p>Teoría Dinámica</p> <p>Difracción por cristales perfectos y pequeños volúmenes</p> <p>Indexación de los patrones de difracción de electrones</p>

<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Introducción a la teoría del contraste.</p>	<p>Contraste en TEM</p> <p>Tipos de contraste (Z, difracción y masa-espesor)</p> <p>Imágenes de Campo Claro y Campo Oscuro.</p> <p>Contraste por espesor y flexión</p> <p>Defectos planares y lineales(dislocaciones)</p> <p>Imágenes en un MEB Electrones Secundarios</p> <p>Contraste topográfico. Electrones Retrodispersados</p> <p>Contraste topográfico y composicional</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Técnicas analíticas en la microscopia electrónica</p>	<p>Espectroscopia de rayos X por discriminación de energía (EDS)</p> <p>Análisis Cualitativo y Cuantitativo</p> <p>Resolución espacial y detectabilidad</p> <p>Espectroscopia por Pérdida de Energía de Electrones (EELS)</p> <p>Composición Elemental Distribución radial de Vecinos Cercanos</p> <p>Medidas de Espesores</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio:		El alumno aplicará los principios de funcionamiento y operación

Objeto de estudio 2: Uso de internet para interactuar en cristalografía computacional	Proyectos colaborativos y bibliotecas de computación cristalográfica Interacción con los sistemas CCP14, DIALS, CrysFML
Objeto de estudio 3: Programación de cálculos cristalográficos	Creación de estructuras de datos para cristalografía: celdilla, átomos y grupos espaciales Cálculos geométricos: distancias, ángulos de enlace, ángulos dihedros, etc Cálculos de simetría. Generación de listas de reflexiones para una métrica y un grupo de simetría dados Tablas químicas y de dispersión Simetría Utilidades para reflexiones: tipos para reflexiones, ausencias sistemáticas, generación de listas de reflexiones Lectura de ficheros CIF y de patrones de difracción Bragg-Brentano e incidencia rasante Funciones de perfil de pico Cálculo de factores de estructura. Caracterización de la textura
Objeto de estudio 4: Programación de interfaces gráficas	Desarrollo de <i>Graphic User Interfaces (GUIs)</i> Combinación de códigos FORTRAN y C++ con python y otros lenguajes idóneos para GUIs

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIAS
Objeto de estudio 1: Introducción a los lenguajes de programación	Entrega de códigos sencillos en los lenguajes considerados	Entender y valorar artículos científico-técnicos de revistas especializadas en cristalografía. Ser capaz de solucionar problemas computacionales mediante el uso de librerías cristalográficas y lenguajes de scripting. Ser capaz de desarrollar software cristalográfico básico para su utilización por terceros. Capacidad de análisis y síntesis
Objeto de estudio 2: Uso de internet para interactuar en cristalografía computacional	Desarrollo de aplicaciones con empleo de códigos adquiridos de repositorios internacionales	
Objeto de estudio 3: Programación de cálculos cristalográficos	Solución de problemas de cálculo cristalográfico de complejidad intermedia mediante programas propios	

Objeto de estudio 4: Programación de interfaces gráficas	Entrega de códigos integrados que resuelvan problemas e cálculo cristalográfico y que interactúen con el usuario mediante GUIs amigables.	Resolución de problemas. Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinario. Trabajo en un contexto internacional Aprendizaje y trabajo autónomos Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica Capacidad de elaboración y transmisión de ideas, proyectos, informes, soluciones y problemas Capacidad de organización y planificación. Capacidad de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
---	---	--

CRONOGRAMA

Objeto de estudio 1: Semanas 1 a 5

Objeto de estudio 2: Semanas 6 y 7

Objeto de estudio 3: Semanas 8 a 17

Objeto de estudio 4: Semanas 18 a 20

EVALUACIÓN:

A lo largo del Curso, mediante la entrega por parte del alumno de programas funcionales.

Bibliografía

Crystallographic Computing 5: From Chemistry to Biology. D. Moras, A.D. Podjarny and J.C.

Thierry Eds. IUCr: Oxford Science Publications, Oxford University Press, 1991.

Python Scripting for Computational Science, Hans Petter Langtangen, Springer, 2004.

Fortran90 Programming, T.M.R. Ellis, Ivor R. Philips and Thomas M. Lahey, Addison Wesley,

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	"Métodos numéricos para cálculo y modelación de sistemas físicos"
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El programa de la asignatura incluye un amplio espectro de los temas dedicados a solución numérica de las ecuaciones principales que aparecen en modelos matemáticos	

describiendo los sistemas físicos y químicos. Una atención particular se presta a formulación del modelo matemático y necesidad de elegir el método más adecuado para su solución, tal como saber las fuentes de posibles errores y maneras de su minimización. El conocimiento adquirido en la presente asignatura ayudará al estudiante utilizar los paquetes especializados de cálculo numérico y analítico (tales como Mathematica, Maple, etc.) con más eficiencia por el hecho de saber la “mecánica interior” de los métodos numéricos y poder combinarlos para crear sus propios métodos numéricos optimizados por la solución de un problema particular.

Para aprender las técnicas de solución de los problemas relacionados con los sistemas físicos y químicos reales, es indispensable tener las prácticas en programación. En el presente asignatura, los estudiantes van a crear los programas de los cálculos en el idioma C (en particular, usando un compilador freeware llamado Dev-C++). De esta manera, los estudiantes van a entender mejor las particularidades y limitaciones computacionales, incluyendo precisión y rapidez de los cálculos numéricos. La atención particular va a ser dedicada a las maneras básicas para visualizar los resultados de los cálculos, incluyendo los retratos de fase que permitan representar la solución de los sistemas de ecuaciones diferenciales.

Los requisitos para la asignatura incluyen el curso básico de matemáticas. Los bases de programación en idioma C van a ser explicados a los estudiantes durante el curso según el método numérico que les estará utilizando.

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Tema 1. Introducción	Introducción. Modelos físicos y físico-químicos. Técnicas de solución para los modelos que conducen a diferentes tipos de ecuaciones, inclusive ecuaciones diferenciales. Modelos matemáticos. Métodos numéricos. El experimento computacional.
Objeto de estudio 2. Tema 2. Precisión y errores	Precisión de los procesos computacionales. Error absoluto y relativo.

	La acumulación y propagación de los errores.
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Tema 3. Las ecuaciones algebraicas y transcendentales</p>	<p>Solución de ecuaciones algebraicas y transcendentales.</p> <p>El método de bisección, de las cuerdas, de Newton y de la secante.</p> <p>Determinación de las raíces de ecuaciones algebraicas.</p> <p>Ecuación lineal, cuadrática y cúbica.</p> <p>Descomposición en los factores irreducibles.</p> <p>Método de Lin para las raíces complejas.</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Tema 4. Sistemas de ecuaciones lineales y no-lineales</p>	<p>Solución de los sistemas de ecuaciones lineales.</p> <p>Método de Cramer.</p> <p>Métodos de exclusión de Gauss y de Gauss-Jordan.</p> <p>Definición de la matriz inversa por el método de Gauss-Jordan.</p> <p>Métodos de iteración para solución de los sistemas de ecuaciones lineales.</p> <p>Métodos de Jacobi, Seidel, sobrerelajación.</p> <p>Métodos aproximados para solución de los sistemas de ecuaciones no-lineales.</p> <p>Método de iteración simple.</p> <p>Método de Newton.</p>

	Método de los parámetros de perturbación.
Objeto de estudio 5. Tema 5. Valores y vectores propios de las matrices	<p>Formulación general del problema para los valores propios de una matriz.</p> <p>Búsqueda de los valores propios con mayor y menor valor absoluto por el método de iteración.</p> <p>Búsqueda a los valores propios con magnitud intermedia con el método de iteración.</p>
Objeto de estudio 6. Tema 6. Interpolación, extrapolación y aproximación	<p>Interpolación y aproximación con las curvas.</p> <p>Interpolación lineal.</p> <p>El método de diferencias divididas.</p> <p>Interpolación según a Langrange.</p> <p>Métodos de iteración para interpolación.</p> <p>El spline cúbico natural.</p> <p>Aproximación con el método de mínimos cuadrados.</p> <p>Suavización de los datos experimentales.</p>
Objeto de estudio 7. Tema 7. Diferenciación numérica	<p>Diferenciación numérica.</p> <p>Las fórmulas de Lagrange.</p> <p>Las diferencias finitas.</p>
Objeto de estudio 8.	Integración numérica.

Tema 8. Integración numérica	<p>El método de rectángulos y trapecios.</p> <p>El método de Simpson.</p> <p>Fórmulas de integración de Newton-Cotes de altos órdenes. Cuadratura Gaussiana.</p> <p>Integrales múltiples.</p>
<p>Objeto de estudio 9.</p> <p>Tema 9. Solución de las ecuaciones diferenciales</p>	<p>Solución numérica de las ecuaciones diferenciales ordinarias.</p> <p>El problema de Cauchy (valor inicial) y el problema con condiciones de borde.</p> <p>Los métodos de sólo paso para la solución del problema de Cauchy.</p> <p>El método de Euler, Heun y los métodos de Runge-Kutta.</p> <p>Métodos de multipaso (predictor-corrector).</p> <p>Método de perturbación.</p> <p>Calculo de diferencias finitas.</p> <p>Métodos aproximados de la solución de los problemas de frontera. Residuales ponderados.</p> <p>Técnicas de solución para ecuaciones diferenciales parciales lineales y no-lineales por métodos numéricos.</p>
<p>Temas de estudios independientes:</p>	<p>Escribir el programa que usa el método de cocientes para solución de ecuaciones no-lineales</p> <p>Escribir el programa para solución de las ecuaciones algebraicas por descomposición en los factores irreducibles</p> <p>Escribir el programa para solución del sistema de ecuaciones por el método de exclusión de Gauss</p> <p>Escribir el programa para la búsqueda del máximo valor propio de una matriz</p> <p>Escribir el programa para aproximación de los datos experimentales con el método de mínimos cuadrados</p> <p>Escribir el programa para integración numérica usando las cuadratura Gaussiana y las fórmulas de Newton-Cotes</p> <p>Escribir el programa para solución de un sistema de ecuaciones diferenciales con el método de Runge-Kutta</p>

--	--

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio:	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas</p>	<p>El alumno será capaz de</p> <p>El programa de la asignatura incluye un amplio espectro de los temas dedicados a solución numérica de las ecuaciones principales que aparecen en modelos matemáticos describiendo los sistemas físicos y químicos. Una atención particular se presta a formulación del modelo matemático y necesidad de elegir el método más adecuado para su solución, tal como saber las fuentes de posibles errores y maneras de su minimización. El conocimiento adquirido en la presente asignatura ayudará al estudiante utilizar los paquetes especializados de cálculo numérico y analítico (tales como Mathematica, Maple, etc.) con más eficiencia por el hecho de saber la “mecánica interior” de los métodos numéricos y poder combinarlos para crear sus propios métodos numéricos optimizados por la solución de un problema particular.</p> <p>Para aprender las técnicas de solución de los problemas relacionados con los sistemas físicos y químicos reales, es indispensable tener las prácticas en programación. En el presente asignatura, los estudiantes van a crear los</p>

		<p>programas de los cálculos en el idioma C (en particular, usando un compilador freeware llamado Dev-C++). De esta manera, los estudiantes van a entender mejor las particularidades y limitaciones computacionales, incluyendo precisión y rapidez de los cálculos numéricos. La atención particular va a ser dedicada a las maneras básicas para visualizar los resultados de los cálculos, incluyendo los retratos de fase que permitan representar la solución de los sistemas de ecuaciones diferenciales.</p> <p>Los requisitos para la asignatura incluyen el curso básico de matemáticas. Los bases de programación en idioma C van a ser explicados a los estudiantes durante el curso según el método numérico que les estará utilizando.</p>
--	--	--

Bibliografía /Referencias:

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Simulación del elemento Finito, con ANSYS CFX
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: - Se inducirá al alumno al uso y dominio del software, ANSYS CFX, de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD). Desarrollando las capacidades necesarias para realizar la construcción, modelado y simulación en ciencias de materiales	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA

<p>Objeto de estudio 1. Introducción</p>	<p>Modelos Matemáticos del medio continuo y herramientas: Álgebra, Álgebra Lineal, E.D.O. y E.D.P. con valores a la frontera e iniciales.</p> <p>Modelos matemáticos del medio discreto: Elementos y Diferencias Finitas.</p> <p>Al mallado (discretización, nodo y elementos).</p> <p>Los fenómenos de transporte.</p> <p>Proyecto (modelos simples involucrando el análisis discreto y continuo)</p>
<p>Objeto de estudio 2. Plataforma Grafica ANSYS-CFX: desarrollo de los modelos sólidos.</p>	<p>Interface Gráfica del Usuario (GUI)</p> <p>Bosquejos (Modo Sketch)</p> <p>Geometría 3D</p> <p>Modelación geométrica a partir de "conceptos"(puntos, líneas, superficies)</p> <p>Introducción a la parametrización</p> <p>Proyecto (Manejo de la Interface Gráfica, construcción modelos con geometrías 2D y 3D)</p>
<p>Objeto de estudio 3. ANSYS Mallado:desarrollo del modelo de elementos discretos, a partir de un modelo sólido.</p>	<p>Introducción al mallado.</p> <p>Control de mallado (Tetrahédrico, en Barrido, Multizonas, Geometrías 2D)</p> <p>Métodos de mallado para geometría 3D</p> <p>Proyecto (desarrollo del dominio discreto 2D y 3D,)</p>

<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>ANSYS FLUENT: modelado físico del flujo, la turbulencia, la transferencia de calor y reacciones.</p>	<p>Introducción al análisis CFD</p> <p>Condiciones de Frontera (CF)</p> <p>Introducción a las Propiedades de los fluidos</p> <p>Introducción a la Transferencia de Calor.</p> <p>Simulación en sistemas en estado transitorio</p> <p>Solver</p> <p>Proyecto (Dominio discreto y cargas 2D y 3D)</p> <p>Funciones Definidas por el Usuario</p> <p>Proyecto (Dominio discreto y cargas 2D y 3D)</p> <p>Sistemas con varias fases</p> <p>Proyecto (Dominio discreto y cargas 2D y 3D)</p> <p>Postprocesamiento.</p> <p>Proyecto (Dominio discreto y cargas 2D y 3D)</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>CFD POST: visualización y reporte de los productos de simulación de flujo</p>	<p>Introducción CFD-POST</p> <p>Contornos</p> <p>Vectores</p> <p>Líneas de Flujo</p> <p>Animaciones</p> <p>Reportes</p> <p>Proyecto (visualización y generación de reporte)</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio:</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>Desarrollo de proyectos, esto</p>	<p>El alumno será capaz de</p> <p>Construir un modelo de</p>

	considerando las necesidades de investigación, a través del laboratorio virtual ANSYS CFX	dinámica de fluidos: modelo sólido, discreto, implementar las cargas, generar la salida de resultados (visualización y reparte).
--	---	--

Bibliografía /Referencias

Fuente bibliográfica principal, los manuales incluidos en el software

Fluent-Use(s) Guide

Fluent in Workbench User's Guide

Fluent- Theory Guide

Fluent- UDF Manual

Fluent- Tutorial Guide

2. Elizabeth Marden Marshall and André Bakker, "COMPUTATIONAL FLUID MIXING",Fluent Inc.

Publications 2002.

3. Moaveni Saeed,"Finite ElementAnalysis",2da. Ed. Pearson Education,Inc, 2003.

4. Thomas Szirtes,"Applied Dimensional Analysis and Modeling",2da.Ed.BH 2007.

5. Yunus A. Cengel "Transferencia de calor y masa",4ta. Ed.EditorialMc.GrawHill,2011.

6. Yunus A.Cengel" Mecanica De Fluidos", 4ta.Ed.EditorialMc.GrawHill, 2006.

7. D.G.Zill,y M.R. Cullen,"Matemáticas Avanzadas para Ingeniería,Vol.1",3ra.Ed.Editorial Mc.GrawHill,2008.

8. D.G.Zill,y J.M.Dewar,"Matemáticas Avanzadas para Ingeniería,Vol. 2", 3ra.Ed.Editorial Mc.GrawHill,2008.

9. Glen E. Myers,"Analytical Methods in Conduction Heat Transfer" 2da.Ed.AMCHT Publications.

10. David C.Lay, "Algebra Lineal y sus Aplicaciones" 3ra.Ed.Pearson Education,Jnc, 2007

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Técnicas Avanzadas de Difracción-dispersión
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general:	
- El Alumno adquirirá conocimiento y competencias avanzadas en técnicas de difracción y dispersión	

de rayos X, electrones y neutrones

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Rayos X, electrones y neutrones. Su obtención e interacciones con la materia	Rayos X convencionales de sincrotrón Microscopio electrónico de transmisión Reactores de investigación Dispersión de las radiaciones por la materia, desde la escala atómica hasta la mesoscópica
Objeto de estudio 2. Difracción y dispersión. Su relación con el orden en el mundo atómico	Cristales y orden de corto alcance Pico de difracción y anillos de Debye Amorfos y cuasicristales La función de distribución de pares. Dispersión difusa, “streaks” y análisis del fondo
Objeto de estudio 3. Teoría dinámica de la difracción de rayos x y electrones	Propagación y absorción de ondas en un medio periódico Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas Ondas de Bloch y ecuaciones Schrödinger Condiciones de frontera y solución de las ecuaciones de la teoría dinámica

Objeto de estudio 4. Dispersión difusa de rayos x y electrones	<p>Origen de la dispersión difusa</p> <p>Relaciones entre mapas 2D de dispersión difusa y desórdenes estructurales estáticos y dinámicos</p> <p>Dimensionalidad de los desórdenes estructurales</p>
Objeto de estudio 5. Difracción por estructuras de alta complejidad	<p>Análisis estructural de cuasicristales, materiales amorfos, cristales con orden local diferente del orden global, estructuras cristalinas complejas, policristales con textura y tensiones</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio 1: Rayos X, electrones y neutrones. Su obtención e interacciones con la materia</p> <p>Objeto de estudio 2: Difracción y dispersión. Su relación con el orden en el mundo atómico.</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>Presentación ante el grupo de estudio de resumen sobre difracción-dispersión de rayos x, electrones o neutrones</p>	<p>El alumno será capaz de entender y valorar artículos científico-técnicos de revistas especializadas en análisis estructural mediante técnicas de difracción-dispersión.</p> <p>Ser capaz de solucionar problemas cristalográficos</p>

<p>Objeto de estudio 3: Teoría dinámica de la difracción de rayos x y electrones</p> <p>Objeto de estudio 4: Dispersión difusa de rayos x y electrones</p> <p>Objeto de estudio 5: Difracción por estructuras de alta complejidad</p>	<p>Explicación ante el grupo, cuali- y cuantitativamente, la generación de patrones continuos de dispersión o de picos de difracción según el nivel de ordenamiento estructural. Resolver un caso experimental.</p> <p>Explicar ante el grupo, cuali- y cuantitativamente, las principales ideas y ecuaciones de la teoría dinámica de la difracción de rayos x o de electrones. Discutir un caso ejemplo.</p> <p>Explicar los orígenes de las diversas manifestaciones de dispersión difusa. Resolver un problema de orden-desorden local.</p> <p>Resolver mediante difracción-dispersión un problema complejo de caracterización estructural.</p>	<p>mediante el uso de software especializado.</p> <p>Ser capaz de caracterizar matemáticamente los eventos más importantes de la difracción y dispersión de diversos tipos de radiaciones.</p> <p>Ser capaz de desarrollar software cristalográfico para su utilización por terceros</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis</p> <p>Resolución de problemas</p> <p>Trabajo en equipo de carácter interdisciplinario.</p> <p>Trabajo en un contexto internacional.</p> <p>Aprendizaje y trabajo autónomo</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica</p> <p>Capacidad de elaboración y transmisión de ideas, proyectos, informes, soluciones y problemas</p> <p>Capacidad de organización y planificación</p>
---	---	--

		Capacidad de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
--	--	---

Bibliografía /Referencias

Keith bowen, Brian K. Tanner: "High resolution x-ray diffractometry and topography". Taylor and Francis (2001).

Brent Fultz, James M Home: "Howe: "Transmission electron microscopy and diffractometry of materials". Springer (2013)

Alex C. McLaren: "Transmission electron microscopy of minerals and rocks". Cambridge Topics in Mineral Physics and Chemistry (No. 2), Cambridge University Press (1991).

Takeshi Egarni, Simon J.L. Billinge: "Underneath the Bragg Peaks: Structural Analysis of Complex Materiales", Pergamon Materials Series Vo. 16 (2012).

Luis Fuentes: "Synchrotron Radiarion Diffraction and Scattering in Ferroelectrics". Capitulo 6 del Hanbook "Multifuncional polycrystalline ferroelectric materials". Edirores: L. Pardo y J. Ricore, springer-verlag (2011).

Luis E. Fuentes-Cobas, María E. Montero-Cabrera, Lorena Pardo, Luis Fuentes-Montero "Ferroelectrics under the Synchrotron Lighth: A Review". Materials 9(1), 14 (2016).

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Fisicoquímica
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno empleará los principios fundamentales de la física para describir los fenómenos químicos de manera cuantitativa.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
<p>Objeto de estudio 1.</p> <p>Fundamentos de la fisicoquímica</p>	<p>Principios básicos</p> <p>Gases ideales</p> <p>Gases reales</p> <p>Diagramas de fases de sustancias puras.</p> <p>Primera ley de la termodinámica</p> <p>Propiedades y variables de un sistema</p> <p>Primera ley, energía interna, calor y trabajo</p> <p>Entalpía de un sistema</p> <p>Capacidades caloríficas</p> <p>Expansión adiabática</p> <p>Termoquímica – Leyes de Hess y ley de Kirchhoff</p> <p>Segunda ley de la termodinámica Entropía y espontaneidad</p> <p>Tercera ley de la termodinámica</p> <p>Eficiencia de los procesos térmicos</p> <p>Energías libres de Helmholtz y de Gibbs</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Energías libres y potencial químico (propiedades de las mezclas)</p>	<p>Ecuación fundamental de la termodinámica</p> <p>El potencial químico de las sustancias puras</p> <p>Ecuación fundamental de la termodinámica química</p> <p>Cantidades parciales molares (Ecuación de Gibbs Duhem)</p>

	<p>Energía de Gibbs de mezclado</p> <p>Potencial químico de los líquidos (Ley de Raoult y ley de Henry)</p> <p>Diagrama binario de fases de presión de vapor y de temperatura</p> <p>Actividades del solvente y del soluto</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Equilibrio químico</p>	<p>La isoterma de reacción</p> <p>Cociente de reacción (constante termodinámica de equilibrio)</p> <p>Principio de Le Chatelier – Ecuación de Van't Hoff</p> <p>Equilibrio ácido-base en soluciones acuosas</p>

IV. Descripción de las materias de especialización: metales

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Análisis de Fallas
Tipo de materia:	Optativas
<p>Propósito general:</p> <p>El alumno dominara los aspectos básicos y tecnológicos de lo que es el análisis de fallas, su relación con un medio ambiente específico, y su impacto en la disponibilidad de equipos industriales.</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1.	Definición de análisis de falla

Introducción al análisis de fallas	<p>Objetivo</p> <p>Costos asociados a una falla</p> <p>Tipos de ambiente</p> <p>Factores que afectan el comportamiento de materiales</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Análisis microestructural</p>	<p>Preparación de probetas</p> <p>Ataque por inmersión y electrolítico</p> <p>Tipos de microscopios</p> <p>Tipos de microestructura</p> <p>Determinación de tamaño de grano</p> <p>Técnicas y microestructuras para materiales específicos</p> <p>Aceros al carbon</p> <p>Aceros inoxidables</p> <p>Superalaciones</p> <p>Aceros grado herramienta</p> <p>Soldaduras.</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Mecanismos y tipos de fractura</p>	<p>Deslizamiento y clivaje</p> <p>Twinning</p> <p>Coalescencia de cavidades</p> <p>Mecánica de fractura</p> <p>Fractura dúctil</p> <p>Fractura frágil</p> <p>Fatiga de altos ciclos</p> <p>Fatiga de bajos ciclos</p> <p>Observación de superficies de fractura</p> <p>Estereoscopia, y microscopia de barrido de electrones</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p>	<p>Corrosión localizada</p> <p>Corrosión asistida por esfuerzo</p> <p>Esfuerzos estáticos (scc)</p>

Fallas por Corrosión	<p>Esfuerzos dinámicos (corrosión-fatiga)</p> <p>Erosión-corrosión</p> <p>Alta temperatura</p> <p>Baja temperatura</p> <p>Daño por hidrogeno</p> <p>Fragilización por hidrogeno</p> <p>Ampollamiento por hidrogeno</p> <p>Decarburización</p> <p>Ataque por hidrogeno</p> <p>Corrosión en alta temperatura</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Fallas por desgaste</p>	<p>Tipos de desgaste</p> <p>Fricción</p> <p>Abrasión</p> <p>De dos cuerpos</p> <p>De tres cuerpos</p> <p>Erosión</p> <p>Por flujo en fase liquida o vapor</p> <p>Por partículas sólidas</p> <p>Por sólidos en suspensión (slurries)</p> <p>Cavitación</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Metodología general para realizar un análisis de falla</p>	<p>Historial de operación del componente fallado inspección en sitio</p> <p>Análisis visual</p> <p>Obtención, manejo y cuidado de muestras</p> <p>Pruebas no destructivas</p> <p>Pruebas en laboratorio</p> <p>Análisis metalográfico</p>

	Microscopia de barrido de electrones Pruebas de análisis químico Pruebas mecánicas Fractografía Pruebas no destructivas Reporte del análisis
--	---

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Análisis de fallas	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno dominara los aspectos básicos y tecnológicos de lo que es el análisis de fallas, su relación con un medio ambiente específico, y su impacto en la disponibilidad de equipos industriales.

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Corrosión Electroquímica
Tipo de materia:	Optativas propuestas
Propósito general: El Alumno Analizará la importancia de la electroquímica en el área de la ciencia de los materiales y en particular su aplicación sobre los procesos de corrosión.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción a la electroquímica	La estructura de la electroquímica

	<p>Relaciones de la electroquímica con otras ciencias</p> <p>Electrónica y electrónica</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Fundamentos de electroquímica</p>	<p>Electroquímica Básica</p> <p>Propiedades de las Soluciones electrolíticas</p> <p>Clasificación de los electrolitos</p> <p>Electroconductividad de las soluciones electrolíticas</p> <p>Leyes de Faraday</p> <p>Equilibrio de las reacciones iónicas en soluciones electrolíticas</p> <p>Conductividad específica y equivalente</p> <p>La doble capa electroquímica</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Termodinámica electroquímica</p>	<p>Potencial de electrodo y convención de signos</p> <p>Serie de fuerza electromotriz</p> <p>Efectos de la concentración en el potencial de electrodo</p> <p>Electrodos de referencia</p> <p>Potencial reversible</p> <p>Ecuación de Nernst</p> <p>Pilas y celdas de corrosión</p> <p>Diagramas potencial -pH (Pourbaix) usos y limitaciones</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Cinética electroquímica</p>	<p>Cinética de los Procesos de Corrosión</p> <p>Densidad de Intercambio de Corriente</p> <p>Polarización electroquímica</p> <p>Teoría del Potencial Mixto</p> <p>Diagramas de Evans</p> <p>Potencial de Corrosión y Densidad de Corriente</p>

	Curvas de Polarización
Objeto de estudio 5. Técnicas electroquímicas	Métodos electroquímicos de Corriente directa y alterna Ecuación de Butler-Volmer Ecuación de Tafel Teoría de la corrosión electroquímica y Resistencia a la Polarización Espectroscopia de impedancia Electroquímica Ruido Electroquímico Medición de la velocidad de corrosión Equipos y Aparatos Experimentales
Objeto de estudio 1. Introducción a la electroquímica	La estructura de la electroquímica Relaciones de la electroquímica con otras ciencias Electrónica y electrónica
Objeto de estudio 2. Fundamentos de electroquímica	Electroquímica Básica Propiedades de las Soluciones electrolíticas Clasificación de los electrolitos Electroconductividad de las soluciones electrolíticas Leyes de Faraday Equilibrio de las reacciones iónicas en soluciones electrolíticas Conductividad específica y equivalente La doble capa electroquímica

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Corrosión Electroquímica	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El Alumno Analizará la importancia de la electroquímica en el área de la ciencia de los materiales y en particular su aplicación sobre los procesos de corrosión

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Corrosión en Alta Temperatura
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno reconocerá los principios básicos de la corrosión en alta temperatura que tienen un efecto sobre los materiales estructurales poniendo especial énfasis en aquellos ambientes derivados de las plantas industriales que manejan gases corrosivos en alta temperatura. Además, conocerá la metodología existente para combatir estos efectos.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción a la Corrosión en Alta Temperatura	Conceptos y principios básicos en Alta Temperatura Metodología de intervención en Alta Temperatura Análisis de variables en Corrosión en altas temperaturas
Objeto de estudio 2. Termodinámica y	Conceptos y principios básicos en Termodinámica y termoquímica Metodología de intervención en Termodinámica y termoquímica Análisis de variables en Termodinámica y termoquímica

termoquímica	
Objeto de estudio 3. Cinética de la oxidación	Conceptos y principios básicos en Cinética de la oxidación Metodología de intervención en Cinética de la oxidación Análisis de casos de variables en Cinética de la oxidación
Objeto de estudio 4. Carburización	Conceptos y principios básicos en Carburización Metodología de intervención en Carburización Análisis de variables en Carburización
Objeto de estudio 5. Oxidación de Aleaciones	Conceptos y principios básicos en Aleaciones Metodología de intervención en Aleaciones Análisis de variables en Aleaciones
Objeto de estudio 6. Oxidación Interna y Externa	Conceptos y principios básicos en Metodología de intervención en Análisis de variables en
Objeto de estudio 7. Distribución de Cationes en Soluciones Sólidas de Oxidos	Conceptos y principios básicos en Metodología de intervención en Análisis de variables en
Objeto de estudio 8.	Conceptos y principios básicos en Dopado Reglas de Wagner-Hauffe

Dopado Reglas de Wagner-Hauffe	<p>Metodología de intervención en Dopado Reglas de Wagner-Hauffe</p> <p>Análisis de variables en Dopado Reglas de Wagner-Hauffe</p>
Objeto de estudio 9. Oxidación Inicial	<p>Conceptos y principios básicos en Oxidación Inicial</p> <p>Metodología de intervención en Oxidación Inicial</p> <p>Análisis de variables en Oxidación Inicial</p>
Objeto de estudio 10. Comportamiento de Ruptura	<p>Conceptos y principios básicos en Comportamiento de Ruptura</p> <p>Metodología de intervención en Comportamiento de Ruptura</p> <p>Análisis de variables en Comportamiento de Ruptura</p>
Objeto de estudio 11. Influencia de Adiciones Ternarias	<p>Conceptos y principios básicos en Influencia de Adiciones Ternarias</p> <p>Metodología de intervención en Influencia de Adiciones Ternarias</p> <p>Análisis de variables en Influencia de Adiciones Ternarias</p>
Objeto de estudio 12. Corrosión por Sales Fundidas	<p>Conceptos y principios básicos en Corrosión por Sales Fundidas</p> <p>Metodología de intervención en Corrosión por Sales Fundidas</p> <p>Análisis de variables en Corrosión por Sales Fundidas</p>
Objeto de estudio 13. Corrosión en Sobrecalentadores y Recalentadores	<p>Conceptos y principios básicos en Corrosión en Sobrecalentadores y Recalentadores</p> <p>Metodología de intervención en Corrosión en Sobrecalentadores y Recalentadores</p> <p>Análisis de variables en Corrosión en Sobrecalentadores y Recalentadores</p>
Objeto de estudio 14. Materiales y Recubrimientos	<p>Conceptos y principios básicos en Materiales y Recubrimientos para Combatir la Corrosión</p> <p>Metodología de intervención en Materiales y Recubrimientos para Combatir la Corrosión</p>

para Combatir la Corrosión	Análisis de variables en Materiales y Recubrimientos para Combatir la Corrosión
Objeto de estudio 15. Termofluencia y Vida Residual de Calderas	Conceptos y principios básicos en Termofluencia y Vida Residual de Calderas Metodología de intervención en Termofluencia y Vida Residual de Calderas Análisis de variables en Termofluencia y Vida Residual de Calderas

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Corrosión en Alta Temperatura	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno reconocerá los principios básicos de la corrosión en alta temperatura que tienen un efecto sobre los materiales estructurales poniendo especial énfasis en aquellos ambientes derivados de las plantas industriales que manejan gases corrosivos en alta temperatura. Además, conocerá la metodología existente para combatir estos efectos.

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Ensayos No Destructivos
Tipo de materia:	Optativas
Propósito general: El alumno analizará los aspectos básicos y tecnológicos de lo que son los ensayos no destructivos, sus aplicaciones y su impacto en la disponibilidad de equipos industriales.	

--	--

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción a los ensayos no destructivos	Definición de ensayo no destructivo (END) Objetivo Generalidades históricas END, normas y control de calidad Selección de END
Objeto de estudio 2. Ultrasonido	Introducción general Tipos de ondas Métodos de pulso eco y transmisión directa Interpretación de señales Atenuación Acoplantes Tipos de transductores Calibración y estándares de referencia
Objeto de estudio 3. Partículas magnéticas	Introducción Campo magnético Magnetización y desmagnetización Tipos de polvos Métodos de aplicación Métodos de magnetización
Objeto de estudio 4. Líquidos penetrantes	Introducción proceso general Penetración de líquido en una fisura Interpretación de indicaciones estándares

Objeto de estudio 5. Radiografía	Introducción radiografía industrial Tipos de radiación Generación de rayos-x Registro de imágenes Precauciones de seguridad estándares
Objeto de estudio 6. Corrientes de Eddy	Introducción Principios físicos Frecuencias de inspección Bobinas Interpretación de señales Estándares
Objeto de estudio 7. Técnicas avanzadas	Emisión acústica Tomografía

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Ensayos No Destructivos	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno analizará los aspectos básicos y tecnológicos de lo que son los ensayos no destructivos, sus aplicaciones y su impacto en la disponibilidad de equipos industriales.

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Mecanismos de corrosión

Tipo de materia:	Optativas
<p>Propósito general: El alumno analizará los mecanismos de corrosión localizada en el área de la ciencia de los materiales y en particular sobre los procesos de Corrosión e identificará el fundamento teórico de la electroquímica como soporte para el estudio de los fenómenos de Corrosión.</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
<p>Objeto de estudio 1.</p> <p>Introducción a los mecanismos de Corrosión,</p>	<p>Introducción a los mecanismos de corrosión localizada Conceptos básicos</p> <p>Procesos de corrosión</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Mecanismo de corrosión por picaduras Clasificación del fenómeno de corrosión por picaduras</p>	<p>Películas pasivas Rompimiento de pasividad</p> <p>Teorías de la corrosión por picaduras Mecanismos de penetración y migración</p> <p>Mecanismo del rompimiento de la película</p> <p>Mecanismos de absorción</p> <p>Mecanismo de Nucleación</p> <p>Crecimiento de las picaduras</p> <p>Precipitación de las películas salinas</p> <p>Caída del potencial</p> <p>Composición del electrolito de picado</p> <p>Repasivación de la corrosión por picaduras</p>

	<p>Factores de estabilidad en el crecimiento de las picaduras</p> <p>Variables que influyen en la corrosión por picaduras (Medio, temperatura, velocidad de flujo, pH, Microestructura y acabado superficial).</p> <p>Morfología de las picaduras Relación de la corrosión por picaduras con otros tipos de corrosión.</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Mecanismo de corrosión asistida por esfuerzo</p>	<p>Definición y alcance de la corrosión asistida por esfuerzo</p> <p>Modelos de corrosión asistida por esfuerzo</p> <p>Modelos electroquímicos de disolución</p> <p>Correlación entre la velocidad de disolución y propagación de una grieta</p> <p>Caminos preactivos o corrosión intergranular Teoría del empobrecimiento de cromo Teoría de la segregación de soluto Camino generado por un esfuerzo</p> <p>Modelos matemáticos para predecir la corrosión asistida por esfuerzo</p> <p>Fenómenos de agrietamiento inducidos por hidrógeno (HIC) o fragilidad por hidrógeno</p> <p>Mecanismo de cohesión</p> <p>Mecanismos de fragilización por transformaciones de fase</p> <p>Mecanismo de plasticidad local acrecentada por hidrógeno</p> <p>Mecanismo de fragilización por hidrógeno en aceros de refuerzo</p> <p>Aplicación de la mecánica de fractura en la corrosión asistida por esfuerzo Medios en los que ha observado la corrosión asistida por esfuerzo</p>
	<p>Mecanismo de corrosión en estructuras de concreto reforzado</p>

<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Mecanismo de corrosión en concreto</p>	<p>Factores que afectan la corrosión de un refuerzo de acero embebido en concreto</p> <p>Factores asociados con el acero</p> <p>Factores asociados con el concreto (tipo de cemento, porosidad, permeabilidad, agregados, aditivos, etc). El efecto de la carbonatación del concreto</p> <p>Ataque por sulfatos</p> <p>El papel de los cloruros</p> <p>Papel atribuible a la aireación diferencial</p> <p>Normatividad</p> <p>Recomendaciones para la prevención de la corrosión</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Mecanismo de corrosión microbiana</p>	<p>Mecanismos</p> <p>Morfología Inicio y propagación</p> <p>Factores que influyen</p> <p>Organismos asociados</p> <p>Bacterias sulfato reductoras</p> <p>Bacterias sulfato oxidantes</p> <p>Bacterias fierro magnesio</p> <p>Mecanismos de degradación en metales</p> <p>Métodos de control</p> <p>Técnicas de medición y evaluación</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio:		

Mecanismos de Corrosión	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70 , para aprobar el curso.
-------------------------	---	--

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Microestructura y propiedades mecánicas de los materiales
Tipo de materia:	Optativas
<p>Propósito general: El alumno Analizará los conocimientos sobre la respuesta de los materiales a las fuerzas o cargas que actúan sobre estos durante su uso o como una parte estructural de un componente o maquinaria. Y que relacione la respuesta mecánica con la microestructura de los materiales</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción al comportamiento mecánico de los sólidos Introducción Conceptos	Básicos Principios Análisis de fuerzas o cargas durante su uso en las diferentes aplicaciones y en diferentes ambientes.
Objeto de estudio 2.	Propiedades elásticas Propiedades anelásticas

<p>Propiedades elásticas, anelásticas y plásticas de los materiales</p>	<p>Propiedades plasticas</p> <p>Las cargas o fuerzas, constantes y a temperatura ambiente</p> <p>Deformaciones elásticas y plásticas de los materiales</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Relaciones entre esfuerzos, deformación, velocidad de deformación y temperatura para los sólidos deformables plásticamente.</p>	<p>Esfuerzos</p> <p>Deformación</p> <p>Velocidad de deformación y Temperatura</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Mecanismos de reforzamiento</p>	<p>Los mecanismos de reforzamiento de los materiales y las relaciones de la microestructura con las propiedades mecánicas de los mismo.</p> <p>Mecanismos en la explicación de falla y reforzamiento de los</p>

	<p>materiales. Diseño de nuevos materiales</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Teoría de dislocaciones como mecanismo de reforzamiento de sólidos cristalinos.</p>	<p>Geometría y relaciones matemáticas que describen el comportamiento de las dislocaciones. las dislocaciones son los responsables de la deformación plástica de los metales.</p> <p>Mecanismo que aumenta la resistencia de los materiales.</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Termofluencia, fractura y fatiga y los mecanismos que la controlan.</p>	<p>Comportamiento de los materiales cuando son sometidos a cargas y temperaturas Mecanismos que intervienen en la fatiga y fractura de los materiales.</p>
<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>Ensayos mecánicos de laboratorio</p>	<p>Ensayo de tensión y compresión</p> <p>Ensayo de torsión</p> <p>Ensayo de dureza y microdureza</p> <p>Ensayo de impacto Ensayo de desgaste</p>

--	--	--

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Microestructuras y propiedades mecánicas de los materiales	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno Analizará los conocimientos sobre la respuesta de los materiales a las fuerzas o cargas que actúan sobre estos durante su uso o como una parte estructural de un componente o maquinaria. Y que relacione la respuesta mecánica con la microestructura de los materiales

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Temas Selectos de Metalurgia Física: Aleaciones metálicas
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno Analizará las contribuciones actualizadas en el estado del arte de la metalurgia física en el ámbito de la Ciencia de Materiales enfocado con Aleaciones metálicas.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Estructura cristalina de los elementos metálicos	Unidad 1. Introducción Factores que gobiernan la estructura cristalina Estructura cristalina de los elementos metálicos
Objeto de estudio 2. Teoría electrónica de metales	Unidad 2. Formación de bandas

	<p>Bandas metálicas simples</p> <p>Bandas metálicas de transición</p> <p>Propiedades en masa</p> <p>Estabilidad estructural</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Estructura y estabilidad de aleaciones</p>	<p>Unidad 3.</p> <p>Solubilidad sólida</p> <p>Energía de soluciones sólidas y consideraciones de estabilidad de fases</p> <p>Factores que gobiernan la solubilidad sólida</p> <p>Defectos estructurales</p> <p>Orden en soluciones sólidas</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Estructura de compuestos intermetálicos y fases</p>	<p>Unidad 4.</p> <p>Introducción</p> <p>Composición química de fases intermetálicas</p> <p>Estructura cristalina de compuestos intermetálicos</p> <p>Relaciones entre estructuras y familias de estructuras</p>
<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Diagramas de fases</p>	<p>Unidad 5.</p> <p>Introducción</p> <p>Diagramas de fases binarios</p> <p>Diagramas de fases ternarios</p> <p>Diagramas de fases multicomponentes</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Trasformaciones de fase en estado sólido</p>	<p>Unidad 6.</p> <p>Transformaciones de fase en estado sólido.</p> <p>La nucleación y el crecimiento de precipitados. Tipos de precipitados. espinodal</p> <p>Descomposición. descomposición eutectoide y precipitación discontinua.</p> <p>Diagramas de no equilibrio (TTT y CCT).</p> <p>Transformación martensítica. aleaciones con memoria de forma</p>
<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>Materiales nanoestructurados</p>	<p>Unidad 7.</p> <p>Introducción</p>

base metálica	Materiales nanocristalinos Nanocompuestos de matriz metálica Aplicación tecnológica
----------------------	---

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>El punto central de este curso es proporcionar una base física que une la estructura de los materiales con sus propiedades, centrándose principalmente en aleaciones metálicas. Con este entendimiento, en parte, también se discuten los conceptos de diseño e ingeniería microestructural de la aleación, que une el procesamiento y la termodinámica a la estructura y propiedades de los metales.</p>	<p>Instrumentos De evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.</p> <p>El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70 para aprobar el curso.</p>	<p>Después de completar el curso el estudiante debe de tener habilidad para tener los conocimientos básicos sobre la metalurgia física implicada en solidificación y la transformación en estado sólido de los materiales, y en particular de los metales. Al final del curso el estudiante debe ser capaz de:</p> <p>Identificar e interpretar diagramas de fase de equilibrio y de no-equilibrio.</p> <p>Identificar, calcular y formular la cinética de las transformaciones de fase.</p> <p>Identificar las principales transformaciones de fase</p>

Bibliografía /Referencias

- Reed-Hill, Robert E., Reza Abbaschian, and Lara Abbaschian. *Physical Metallurgy Principles*. 4th ed. Stamford, CT: Cengage Learning, 2008. ISBN: 9780495082545.
- Verhoeven, John D. *Fundamentals of physical metallurgy*. New York: John Wiley and Sons, 1975. ISBN 47190616
- Physical Metallurgy - Peter Haasen
- Structure and Properties of Alloys - R M Brick, R B Gordon, A. Phillips
- William F. Hosford, *Physical Metallurgy*, Taylor & Francis Group, ILC 2005
- Artículos de investigación relevantes pueden ser incluidos como parte de la estrategia de enseñanza general.

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Protección Catódica

Tipo de materia:	Optativa
------------------	----------

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. FUNDAMENTOS BASICOS DE LA CORRSIÓN	<p>Aspectos generales de la Corrosión</p> <p>Fundamentos químicos.</p> <p>Términos y definiciones</p> <p>Acidez y alcalinidad Electroquímica básica</p> <p>Potencial de corrosión</p> <p>Circuitos electroquímicos.</p> <p>Electrodos de referencia.</p> <p>Unidades eléctricaConceptos de electricidad.</p> <p>Fuente de fuerza electromotriz (FEM).Densidad de corriente en corrosión.</p> <p>Diferencia de potencial en corrosión</p> <p>Resistividad eléctrica.</p> <p>Conductividad eléctrica.</p> <p>Capacitancia eléctrica.</p> <p>Doble capa eléctrica en corrosión.</p> <p>Corriente eléctrica AC y DC.</p> <p>Circuitos eléctricos.</p> <p>Ley de Ohm (corrosión).</p> <p>Resistencias en serie y en paralelo.</p> <p>Circuito equivalente para una celda de corrosión</p> <p>Instrumentación</p> <p>Las leyes de Faraday</p>

	<p>Conceptos básicos de las Ley de Faraday</p> <p>La primera Ley de Faraday.</p> <p>La segunda Ley de Faraday</p> <p>Aplicaciones de las leyes de Faraday.</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>FUNDAMENTOS DE PROTECCIÓN CATÓDICA</p>	<p>Concepto de protección catódica.</p> <p>Protección catódica por ánodos galvánicos de sacrificio.</p> <p>Protección catódica por corriente impresa.</p> <p>Factores que inciden en la protección catódica.</p> <p>Criterios de Protección Catódica.</p> <p>Continuidad eléctrica.</p> <p>Aislamiento eléctrico.</p> <p>Protección catódica por ánodos galvánicos o de sacrificio</p> <p>Sistema de ánodos de galvánicos.</p> <p>Relleno anódico (backfill),</p> <p>Formas de conexión entre el ánodo y la estructura.</p> <p>Estructura a proteger.</p> <p>Tipos de ánodos galvánicos.</p> <p>Eficiencia de los ánodos galvánicos.</p> <p>Ventajas y desventajas de los ánodos galvánicos.</p> <p>Intensidad de la corriente anódica.</p> <p>Radio equivalente y vida de los ánodos.</p> <p>Cálculo del número de ánodos</p> <p>Protección catódica por corriente impresa</p> <p>Sistemas de protección catódica por corriente impresa</p> <p>Ánodos para corriente impresa</p> <p>Instalación de Ánodo de Corriente Impresa</p> <p>Fuentes de Energía</p> <p>Rectificadores</p> <p>Paneles Solares (Fotovoltaicos)</p>

	<p>Moto Generadores</p> <p>Generadores Eólicos</p> <p>Generadores Termoeléctricos</p> <p>Rectificadores a Tensión constante</p> <p>Rectificadores a corriente constante</p> <p>Rectificadores a potencial constante</p> <p>Conexiones eléctricas</p> <p>Aplicaciones de PC por Corriente Impresa</p> <p>Ventajas de los Sistemas de Corriente Impresa</p> <p>Desventajas de los Sistemas de Corriente Impresa</p> <p>Reacciones Principales en los Ánodos de Corriente Impresa</p> <p>Factores que Influyen en el Funcionamiento de la Protección Catódica</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Recubrimiento</p> <p>Textura del suelo</p> <p>Temperatura</p> <p>Contenido de oxígeno</p> <p>Movimiento y estructura y electrolito</p> <p>Composición del electrolito (resistividad del suelo)</p> <p>Pantalla eléctrica</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>INSTALACIONES DE PC</p>	<p>Tipos de instalaciones de protección catódica</p> <p>Distribución de corriente impresa sistema de protección catódica</p> <p>Sistema de protección catódica por corriente impresa vertical remoto</p> <p>Sistema de protección catódica por corriente impresa horizontal remoto.</p> <p>Sistema de protección catódica por corriente impresa a profundidad remota</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un 80% en la Evaluación Teórica, complementado con un 20% en la participación en la clase, prácticas y asistencias, para aprobar el curso	El alumno será capaz de

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Tratamiento térmico de los materiales
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno analizara teórica y prácticamente la forma de tratar térmicamente los materiales metálicos para acondicionarlos para procesos de manufactura posteriores o para mejorar las propiedades mecánicas.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Fundamentos	Introducción Fundamentos de los tratamientos térmicos Efectos de los elementos de aleación Aceros y fundiciones

<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>El diagrama de equilibrio Fe-Fe₃C.</p>	<p>Clasificación de los aceros</p> <p>Líneas de temperatura crítica</p> <p>Tratamientos térmicos</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Templabilidad de los aceros</p> <p>Templabilidad</p>	<p>Templabilidad</p> <p>Determinación de la temperatura de temple y de la dureza máxima</p> <p>Ensayo de la templabilidad de los aceros para temple y revenido.</p> <p>Ensayos de templabilidad de los aceros de cementación.</p>
<p>Objeto de estudio 4.</p> <p>Normalización y recocido de los aceros</p>	<p>Austenización</p> <p>Normalización de los aceros</p> <p>Recocido de los aceros</p>

<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>Temple y revenido</p>	<p>Mecanismos del temple Curvas de enfriamiento</p> <p>Determinación del tiempo de permanencia</p> <p>Velocidades de enfriamiento</p> <p>Medios de temple</p> <p>Características de enfriamiento de un medio de temple ideal.</p> <p>Condiciones óptimas de trabajo de los baños de aceite</p> <p>Temple interrumpido</p> <p>Temple bainítico</p> <p>Revenido</p> <p>Efecto de la microestructura inicial</p> <p>Baños de sales</p> <p>Baños de metales fundidos</p> <p>Baños de aceite Revenido apropiado</p> <p>Fragilización por revenido Revenidos múltiples</p> <p>Tratamientos subceros</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>Tratamiento termoquímicos</p>	<p>Carburación o cementación Nitruración y carbonitruración</p> <p>Elección del procedimiento de endurecimiento superficial</p>

<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>tratamientos térmicos especiales</p>	<p>Tratamientos isotérmicos</p> <p>Marten perin</p> <p>Maraging</p>
<p>Objeto de estudio 8.</p> <p>Hornos y baños para el tratamiento térmico</p>	<p>Tipos de hornos</p> <p>Hornos calentados por gas y por aceite</p> <p>Hornos eléctricos</p> <p>Hornos para nitruración y cementación en gas</p> <p>Hornos de atmósfera controlada</p> <p>Hornos de baños de sales</p> <p>Hornos continuos de recocido, temple y revenido</p> <p>Baño de aceite</p> <p>Sales para los baños</p>
<p>Objeto de estudio 9.</p> <p>Tratamiento térmico de fundiciones ferrosas</p>	<p>Acero moldeado Recocido</p> <p>Temple y revenido Fundición gris Recocido</p> <p>Temple y revenido Fundición noducar Recocido</p> <p>Temple y revenido</p> <p>Fundición maleable</p> <p>Recocido de maleabilizacion de la fundición de núcleo negro</p> <p>Recocido de maleabilizacion de la fundición de núcleo blanco.</p>
<p>Objeto de estudio 10.</p> <p>Tratamiento térmico de las aleaciones no ferrosas</p> <p>Influencia de los</p>	<p>Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn, y Sr. En aleaciones de aluminio.</p> <p>Al, Cu, Mg en aleaciones Zn-Al.</p> <p>Zn, Al, P, Be, Ni en aleaciones de cobre</p>

elementos aleantes	<p>Al, Mn, Zn, Si y tierras raras en aleaciones de magnesio.</p> <p>Diagramas de equilibrio de aleaciones no ferrosas</p> <p>Tratamiento térmico de las aleaciones de aluminio</p> <p>Tratamiento térmico de las aleaciones Zn- Al.</p> <p>Tratamiento térmico de las aleaciones de cobre</p> <p>Tratamiento térmico de las aleaciones de magnesio.</p>
<p>Objeto de estudio 11.</p> <p>Defectos de los tratamientos térmicos</p>	<p>Defectos en aleaciones ferrosas</p> <p>Defectos en la cementación</p> <p>Defectos en los baños de sales</p> <p>Defectos en el recocido y en el temple</p> <p>Defectos en aleaciones no ferrosas</p>

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio: Tratamiento térmico de los materiales</p>	<p>Instrumentos de evaluación:</p> <p>Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas</p>	<p>El alumno analizara teórica y prácticamente la forma de tratar térmicamente los materiales metálicos para acondicionarlos para procesos de manufactura posteriores o para mejorar las propiedades mecánicas.</p>

Bibliografía /Referencias

V. Descripción de las materias de especialización: cerámicos

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Fundamentos de los cementos
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno analizará los conceptos básicos de ligantes como cemento Pórtland, yesos, cementos base alúmina, etcétera. Se presentan al alumno los aspectos fundamentales de fabricación, preparación, caracterización, propiedades y aplicaciones específicas del cemento y concretos.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción	Historia Concepto básicos Clasificación de Cementos
Objeto de estudio 2. Cementos Pórtland	Clasificación Estructuras y componentes típicos Caracterización química y de fases de los cementos Proceso de manufactura Química de las reacciones de hidratación durante el fraguado Estructura y propiedades del cemento fresco y endurecido Microestructuras de productos anhidros e hidratados Cementos y concretos Formulaciones y propiedades de las pastas, morteros y concretos Durabilidad de cementos y concretos Aditivos (agregados) minerales y materiales de reemplazo alternativos Concretos de alto desempeño Resistencia del cemento y concreto

Objeto de estudio 3. Cementos base alúmina	Fabricación y composición Caracterización Reacciones de hidratación Aplicaciones y durabilidad
Objeto de estudio 4. Cementos a base de fosfatos	Fabricación y composición Reacciones Tipos de cementos Propiedades y aplicaciones
Objeto de estudio 5. Yesos	Fabricación y composición Reacciones de hidratación Tipos de yesos Propiedades y aplicaciones

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio: Fundamentos de los cementos	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno analizará los conceptos básicos de ligantes como cemento Pórtland, yesos, cementos base alúmina, etcétera. Se presentan al alumno los aspectos fundamentales de fabricación, preparación, caracterización, propiedades y aplicaciones específicas del cemento y concretos.

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la materia:	Temas Selectos de Nanotecnología: "Nanofibras"

Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno adquirirá el conocimiento sobre la fabricación, caracterización y utilidad de las nano-fibras y tópicos de utilidad, así como fenómenos que pueden presentar.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Introducción a la nanotecnología y nanofibras inorgánicas	Conceptos básicos: diferentes escalas, nanotecnología, nanociencia Nanomaterial, definición. Importancia de la relación superficie- volumen y su influencia en el naomaterial Carbón Nano-formas del carbón. Las nanofibras orgánicas e inorgánicas Breve historia de las nanofibras, cómo surgen.Definición y características de las nanofibras inorgánicas. Tipos de nanofibras, diferentes formas. Ventajas y desventajas de las nanofibras semiconductoras, respecto a otras formas de nanomateriales Aplicaciones de las nanofibras semiconductoras
Objeto de estudio 2. Introducción al estado sólido	Estructura cristalina, breve repaso, introducción. Simetrías, celdas espaciales, índices de Miller, redes de Bravais, enlaces químicos, tipos de enlaces químicos, alotropía y polimorfismo, red recíproca, ley de Bragg. Propiedades de los materiales Teoría de Bandas Propiedades eléctricas y nanofibras ferroeléctricas Propiedades magnéticas y nanofibras ferromagnéticas y antiferromagnéticas. Propiedades ópticas
Objeto de estudio 3. Semiconductores y nanofibras	Conductividad Teoría de Sommerfield, nivel de Fermi Estructuras cristalinas semiconductoras, enlace covalente.

semiconductoras	<p>Tipos de semiconductores: intrínsecos y extrínsecos.</p> <p>Estructura de bandas de los semiconductores.</p> <p>Banda ancha, directa e indirecta.</p> <p>Electrones de valencia banda de conducción.</p> <p>Nanofibras semiconductoras y comparación con estructuras semiconductoras micrométricas o de bulto.</p>
Objeto de estudio 4. Principios básicos de estequiometría y reacciones químicas para la síntesis de nanofibras	<p>Reacciones químicas</p> <p>Ecuaciones químicas.</p> <p>Ajuste de reacciones químicas</p> <p>Tipos de reacciones químicas. Acido-base; oxidación-reducción y precipitación</p> <p>Interpretación de ecuaciones químicas</p> <p>Estequiometría.</p> <p>Bases de los cálculos estequiométricos.</p> <p>Energía de las reacciones químicas.</p> <p>Velocidad de las reacciones químicas.</p>
Objeto de estudio 5. Métodos de fabricación de nanofibras inorgánicas.	<p>Métodos de fabricación de nanofibras utilizados:</p> <p>Modelo del mecanismo de crecimiento de Baker, crecimiento catalítico,</p> <p>Ablación láser,</p> <p>Deposición química en fase vapor (CVD), Plasma con Radio-Frecuencia (r.f. CVD),</p> <p>Síntesis por Flama.</p> <p>Método de electrospinning o electrohilado.</p> <p>Antecedentes del método</p> <p>Fabricación de textiles y su derivación en fabricación de materiales inorgánicos como nanofibras semiconductoras y ferroelécticas.</p>
Objeto de estudio 6. Método de electrospinning o electrohilado.	<p>Explicación de cómo preparar la sustancia utilizada durante la síntesis, en base a cálculos estequiométricos.</p> <p>Guía para la elección de los precursores, de acuerdo al material semiconductor que se sintetizará.</p> <p>Explicación sobre los principios físicos, más detallada que en la sección , del método Método de de electrospinning o electrohilado.</p> <p>Análisis de los parámetros involucrados en todo el proceso como son el voltaje, velocidad y tamaño de flujo, etc.</p>

Objeto de estudio 7. Técnicas para Caracterización de las nanofibras	Técnicas de caracterización de nanofibras requeridas: TGA, XRD, SEM, HTEM. Técnicas para estudiar las propiedades físicas: UV, medición de conductividad, EELS, pruebas de magnetismo.
---	--

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio 1. Introducción a la nanotecnología y nanofibras inorgánicas 2. Introducción al estado sólido 3. Semiconductores y nanofibras semiconductoras 4. Principios básicos de estequiometría y reacciones químicas para la síntesis de nanofibras. 5. Métodos de fabricación de nanofibras inorgánicas.s 6. Método de electrospinning o electrohilado	Instrumentos de evaluación: Exámenes Participaciones Tareas Prácticas en unidades 6 y 7 Ejercicios en clase	Cognitiva El alumno comprenderá la importancia de las nanofibras semiconductoras, y conocerá desde su definición, la síntesis, caracterización y aspectos teóricos de estos materiales.

Bibliografía:

1. Ramsden, J. 2011. Nanotechnology: an introduction, USA, Elsevier.
2. WU, N. 2012. Inrganic functional nanofibers: processing and applications. En Wei, Q., ed. Functional nanofibers and their applications. Cornwall, UK, Woodhead Publishing.
3. Kittel, C. 2003. Introducción a la física del estado sólido, 3a ed., Sevilla, Reverté.
4. Chang, R., College, 2002. Química, 7ª ed., Colombia, McGraw-Hill.
5. Duque Sánchez, L. M., Rodríguez, L., López, M., Electrospinning: la era de las nanofibras, Revista Iberoamericana de Polímeros, 14 (2013) p. 10-27

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
----------------------------------	-----------------------------------

Nombre de la Materia:	Propiedades magnéticas de los materiales
<p>Propósito general: El alumno analizará las propiedades magnéticas de los materiales estableciendo los principios y modelos que le permitan aproximarse en la comprensión de la problemática actual y contribuir en la aplicación de soluciones.</p>	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
<p>Objeto de estudio 1.</p> <p>Fundamentos atómicos del magnetismo</p>	<p>El átomo de hidrógeno.</p> <p>Átomos con varios electrones.</p> <p>El acoplamiento LS.</p> <p>Reglas de Hund.</p> <p>El momento magnético atómico de los metales de transición y de las tierras raras.</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Origen de las propiedades magnéticas</p>	<p>Diamagnetismo y paramagnetismo.</p> <p>Ferromagnetismo.</p> <p>Teoría del campo molecular de Weiss y teoría de bandas.</p> <p>Antiferromagnetismo y ferrimagnetismo.</p> <p>Nanopartículas magnéticas y superparamagnetismo</p>

Objeto de estudio 3. Fenómenos magnéticos	Anisotropía, coercitividad y mecanismos de inversión de la magnetización Magnetostricción Magnetorresistencia Propiedades de remanencia Modelos de histéresis magnética Superconductividad Levitación magnética
Objeto de estudio 4. Materiales magnéticos blandos	Aleaciones metálicas cristalinas y amorfas Ferritas cúbicas Fluidos magnéticos
Objeto de estudio 5. Materiales magnéticos duros	Compuestos intermetálicos de tierras raras-metal de transición Ferritas hexagonales Plasto ferritas y materiales magnéticos compuestos

UNIDAD TEMÁTICA	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	COMPETENCIA
Objeto de estudio:		

Propiedades magnéticas de los materiales	Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas	El alumno analizará las propiedades magnéticas de los materiales estableciendo los principios y modelos que le permitan aproximarse en la comprensión de la problemática actual y contribuir en la aplicación de soluciones.
--	---	--

Bibliografía /Referencias

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Propiedades Mecánicas de Cerámicos Avanzados
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: Revisar los fundamentos sobre las propiedades mecánicas y aplicaciones de los materiales cerámicos avanzados, con el fin de desarrollar en el alumno habilidades para la aplicación y correcta selección en el procesamiento de estos materiales.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. 1 Introducción	Introducción a las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos avanzados Estructura cristalina de materiales cerámicos Estructura de la circonia y sus propiedades Elasticidad de materiales cerámicos Resistencia teórica, a la tensión, compresión, a la flexión

	<p>Tenacidad a la fractura</p> <p>Efectos del tamaño de grieta y poros.</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>Métodos de medición</p>	<p>Resistencia a la tensión</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la fractura</p> <p>Resistencia a la flexión 3 y cuatro puntos</p> <p>Resistencia uniaxial y biaxial</p> <p>Tenacidad a la fractura</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>Interpretación de resultados de pruebas mecánicas</p>	<p>Fractura frágil</p> <p>Fractura Dúctil</p> <p>Comportamiento dúctil contra frágil</p> <p>Mecanismos de deformación plástica</p> <p>Comportamiento de deformación en Cerámicos (monocristales y policristales)</p> <p>Deformación en función del tiempo (Creep)</p> <p>Fatiga estática</p>
Objeto de estudio 4.	<p>Fractografía.</p> <p>Localización del origen de la fractura</p> <p>Técnicas de fractografía</p>

Análisis de faltas.	Determinación de la causa de la falla Mecanismos de endurecimiento
---------------------	---

Bibliografía /Referencias

Introduction to ceramics. Kingery, W.D., John Wiley & Sons, Inc

Modern Ceramic engineering Properties, Processing, and use in design, David W. Richerson, Maree(Dekker, Inc. ISBN:0-8247-8634-3.

Principles of ceramics processing James S. Reed, John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-59721-X

Characterization of Ceramics Ronald E. Loehman,ISBN: 0-7506-9253-?.Butterworth Heinemann.

Mechanical Behavior of materials Engineering methods for Deformation, Fracture and Fatigue, Narman E. Dowling. Prenticw Hall, ISBN 0-13-579046-8, 1993.

Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis, Terry A. Ring. ACADEMIC PRESS. Jsbn:0-12-588930-5.

Science and technology of Zirconia 1, Advances in ceramics volume 12, Nils Claussen, Manfred Rühle, Max Pianck Intitut für Metallforshhung, 1984
Scíence and technology of Ziroonia 11, Advances in ceramics volume 12, Nils Claussen, Manfred Rühle, Max-Pianck Intitut für Metallforshhung, 1984.

Science and technology of Zirconia IV, Advances in ceramics volume 12, Nils Claussen, Manfred Rühle, Max-Pianck Intitut für Metallforshhung, 1984

Artículos relacionados con procesamiento de cerámicos avanzados de circonia, base de datos Science Direct.

VI. Descripción de las materias de especialización: polímeros

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Física de polímeros
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: - El Alumno desarrollará conceptos de la física de polímeros	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. Tamaño y peso molecular	Cálculo del peso molecular Técnicas analíticas para la determinación del peso molecular
Objeto de estudio 2. Cristalinidad	Estado amorfo Conformidad de cadenas poliméricas Dinámica de macromoléculas Estado cristalino Metodología y determinación de estructuras cristalinas Celdas unitarias de polímeros cristalinos Estructuras cristalinas en polímeros Flujo de cristianización Cinética de cristalización Termodinámica de fusión Formación de fibras y estructuras
Objeto de estudio 3. Materiales poliméricos multicomponentes	Clasificación para materiales poliméricos multicomponentes Polímeros miscibles e inmiscibles Comportamiento de la temperatura de transición vítrea en materiales poliméricos multi componentes Módulos en materiales poliméricos multi componentes Morfología en materiales poliméricos multi componentes Diagramas de fase de mezclas poliméricas Procesamiento y aplicación de materiales poliméricos multi componentes Comportamiento de fractura en materiales poliméricos multifase

Objeto de estudio 4. Mezcla de polímeros	Temperaturas de fundido ideal Estudio microscópico de la correlación en fundidos
Objeto de estudio 5. Polímeros conductores	Conducción eléctrica en polímeros Dopantes Proceso de conducción en materiales poliméricos aislantes

Bibliografía /Referencias

Introduction to physical polymer science, L.H. Sperling, 2001

Scaling concepts in polymerphysics. Pierre Giller de Gennes 1979

Molecular modeling of polymer structures and properties. Bruce R. Gelin 1994

Electrical properties of polymers chemical principles. Chen L. Ku and Raimond Liepins 1987

Electrical and optical polymer systems. Donald L. wise 1998. Polymer Physics (Chemistry). M. Rubinstein, Ralph H. Colby

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Cristales fotónicos I
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: - El Alumno Comprenderá el concepto y las características sobresalientes de cristales fotónicos en una dos y tres dimensiones. Modelará y calculará la estructura de bandas de energía de cristales fotónicos mediante programas de cómputo numérico. Visualizará las aplicaciones tecnológicas potenciales de los cristales fotónicos	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1.	

INTRODUCCION A LOS CRISTALES FOTONICOS	Definición de cristal fotónico Redes de cristales fotónicos Terminología básica en el campo de los cristales fotónicos
Objeto de estudio 2. FUNDAMENTOS DE OPTICA ONDULATORIA	Medios ópticos, modelos teóricos Optica ondulatoria Propagación de ondas, Ecuaciones de Maxwell en el vacío Ecuación de onda en el vacío Indice de refracción de un medio dieléctrico Guías de onda Velocidad de grupo en medios homogéneos Medio dieléctrico con perdidas Medios periódicos, redes en el espacio real, vectores de red, red recíproca y zonas de Brillouin Ondas en medios periódicos, ecuación de onda en estructuras dieléctricas periódicas Velocidad de grupo en medios periódicos Superficies de dispersión y diagramas de banda
Objeto de estudio 3. FUNDAMENTOS DEL CALCULO DE CARACTERISTICAS DE CRISTALES FOTONICOS	Cálculo del campo de distribución en una dimensión, cristales fotónicos en una dimensión. Aplicaciones del cálculo del campo de distribución. Cálculo del espectro de reflectancia mediante programa de cómputo numérico.
Objeto de estudio 4. CALCULO DE LA ESTRUCTURA DE BANDAS DE UN CRISTAL FOTONICO UNIDIMENSIONAL	Cálculo de la estructura de bandas Valores propios y vectores propios de una matriz Expansión de Fourier de la función dieléctrica El problema de valores propios para el campo eléctrico Estructura de bandas fuera de eje de un cristal fotónico unidimensional Cálculo de la estructura de bandas de un cristal fotónico unidimensional mediante programa de cálculo numérico

<p>Objeto de estudio 5.</p> <p>CALCULO DE LA ESTRUCTURA DE BANDAS DE CRISTALES FOTONICOS EN DOS Y TRES DIMENSIONES</p>	<p>Definición de cristal fotónico en tres dimensiones</p> <p>Definición de cristal fotónico en dos dimensiones</p> <p>Expansión de Fourier ; esferas dieléctricas, varillas dieléctricas, coeficiente de expansión de Fourier de una función dieléctrica arbitraria</p> <p>Validación de la expansión de Fourier</p> <p>Conjunto de vectores de onda</p> <p>Conjunto de vectores de la red recíproca</p> <p>Cálculo de la estructura de bandas</p> <p>Mapas de bandas prohibidas fotónicas</p> <p>Densidad de estados fotónicos</p> <p>Estructura de bandas fuera del plano de un cristal fotónico bidimensional Cálculo de la estructura de bandas de un cristal fotónico con defectos</p> <p>Cálculo de la estructura de bandas de cristales fotónicos en dos y tres dimensiones mediante programa de cálculo numérico</p>
<p>Objeto de estudio 6.</p> <p>METODOS DE MODELADO DE DISPOSITIVOS BASADOS EN CRISTALES FOTONICOS (METODO DE DOMINIO EN EL TIEMPO POR DIFERENCIAS FINITAS)</p>	<p>Formulación del problema del cálculo de la distribución de campo; método de dominio en el tiempo por diferencias finitas</p> <p>Discretización de las ecuaciones de Maxwell</p> <p>Definición de la función dieléctrica</p> <p>Cálculo de la distribución de campo mediante programa de cálculo numérico</p>
<p>Objeto de estudio 7.</p> <p>APLICACIONES DE LOS CRISTALES FOTONICOS (GUIAS DE ONDA DE CRISTALES FOTONICOS)</p>	<p>Guías de onda planas convencionales Modos guiados en una placa Ecuaciones características Guiado débil en una placa</p> <p>Tipos de guías de onda de cristales fotónicos</p> <p>Cálculo de diagramas de dispersión de guías de onda de cristal fotónico en dos y tres dimensiones mediante programa de cómputo numérico.</p>

Bibliografía /Referencias

1.-Photonic Crystals; Molding the flow of light

Autores: J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade

Editorial: Princeton University Press (2008)

2-. Photonic Crystals

Autor: Kurt Busch, Stefan Loikes

Editorial: John Wiley & Sons Ltd (2006)

3.- Photonic Crystals; Theory, Applications and Fabrication

Autores: Dennis W. Prather

Editorial: John Wiley & Sons Ltd (2007)

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	CRISTALES FOTONICOS II (Técnicas de Fabricación, Caracterización estructural y óptica)
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: - El Alumno Conocerá y manejará técnicas experimentales básicas empleadas en la actualidad para fabricar cristales fotónicos en dos y tres dimensiones. Conocerá y manejará técnicas experimentales básicas necesarias para la caracterización estructural y óptica de cristales fotónicos. Visualizará las aplicaciones tecnológicas potenciales de los cristales fotónicos.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudio 1. INGENIERIA DE PROPIEDADES DE	Dispersión en cristales Fotónicos

CRISTALES FOTONICOS	<p>Efecto de Superprisma</p> <p>Efecto de autocolimación</p> <p>Refracción negativa</p> <p>Superprisma, refracción negativa y autocolimación</p>
<p>Objeto de estudio 2.</p> <p>FABRICACION DE CRISTALES FOTONICOS</p>	<p>Cristales Fotónicos bidimensionales</p> <p>Micromaquinado: Cristales Fotónicos tridimensionales</p> <p>Litografía Holográfica: Cristales Fotónicos tridimensionales</p> <p>Polimerización mediante multifotón : Cristales Fotónicos tridimensionales</p> <p>Autoensamble de Cristales Fotónicos</p> <p>Micro-Fabricación y nanofabricación de Cristales Fotónicos mediante FIB (Focused ion beam)</p> <p>Cristales Fotónicos Semiconductores</p> <p>Fabricación de ópalo inversos</p>
<p>Objeto de estudio 3.</p> <p>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL Y OPTICA DE CRISTALES FOTONICOS</p>	<p>Caracterización estructural de Cristales Fotónicos bidimensionales mediante técnicas de microscopia de barrido.</p> <p>Pruebas experimentales de propiedades ópticas de Cristales Fotónicos</p> <p>Caracterización óptica de Cristales Fotónicos bidimensionales</p> <p>Espectroscopia óptica de un cristal fotónico bidimensional;</p> <p>Espectroscopia de transmisión y reflexión</p> <p>Espectroscopia de campo cercano</p> <p>Espectroscopia de modo resonante</p> <p>Espectroscopia de tiempo de vuelo usando pulsos ultracortos</p>
Objeto de estudio 4.	<p>Física y aplicación de cristales fotónicos</p> <p>Cómo usar las propiedades</p>

APLICACION DE LOS CRISTALES FOTONICOS	<p>de un cristal fotónico</p> <p>Emisores de luz Láser de defecto puntual</p> <p>Láser de borde de banda</p> <p>Dispositivos de control de luz</p> <p>Compensadores de dispersión Generación de armónicos</p> <p>Filtros de polarización</p> <p>Filtros de longitudes de onda: Filtros tipo resonador, Filtros tipo difracción</p> <p>Patrones de guías de onda de cristales fotónicos</p> <p>Características de propagación de luz en defectos en guías de onda en cristales fotónicos.</p> <p>Fibras ópticas de cristales Fotónicos: Índice efectivo y esculpido de band gap fotónico</p> <p>Aplicación de cristales Fotónicos a antenas direccionales.</p> <p>Aplicaciones de cristales Fotónicos bidimensionales a dispositivos optoelectrónicos semiconductores</p> <p>Aplicación de cristales fotónicos a circuitos de óptica ultra-rápida plana integrada.</p>
--	---

Bibliografía /Referencias

1.- Photonic Crystals; Theory, Applications and Fabrication

Autores: Dennis W. Prather

Editorial: John Wiley & Sons Ltd (2007)

2.- Photonic Crystals; Physics, Fabrication and Applications

Autores: K. Inoue, K. Ohtaka (Eds)

Optical Science Series

Editorial: Springer Verlag (2005)

3. - Photonic Crystals and Light Localization in the 21st Century

Autores: Costas M. Soukoulis (Eds)

NATO Science Series

Editorial: Kluwer Academic Publishers (2001)

4.-Photonic Crystals; Molding the flow of light

Autores: J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade

Editorial: Princeton University Press (2008)

5-. Photonic Crystals

Autor: Kurt Busch, Stefan Loikes

Editorial: John Wiley & Sons Ltd (2006)

Programa(s) Educativo(s):	Maestría en Ciencia de Materiales
Nombre de la Materia:	Fundamentos y Aplicaciones de la Fotocatálisis
Tipo de materia:	Optativa
Propósito general: El alumno revisará los fundamentos y aplicaciones de los procesos fotocatalíticos, con el fin de desarrollar habilidades para su aplicación en la Industria.	

UNIDAD TEMÁTICA	CONTENIDO TEMÁTICO Y METODOLOGÍA
Objeto de estudios 1 Introducción	Perspectivas de la Fotocatálisis Historia de la Fotocatálisis
Objeto de estudio 2. Propiedades de los Semiconductores	Teoría de Bandas Bandas de valencia y conducción Función de distribución de densidad de electrones y huecos Semiconductores dopados Proceso de generación y recombinación

	de portadores en un semiconductor
Objeto de estudio 3.	
Descripción del proceso Fotocatalítico	<p>Mecanismo de la Fotocatálisis</p> <p>Requisitos Físicos y Químicos de un Fotocatalizador</p>
Objeto de estudio 4.	
Fotocatalizadores de Interés Industrial	<p>Dióxido de titanio</p> <p>Óxido de zinc</p> <p>Óxido de Tungsteno</p> <p>Óxidos mixtos Sulfuros metálicos</p>
Objeto de estudio 5.	
Aplicaciones Industriales de Fotocatálisis	<p>Tratamiento de agua Tratamiento de aire</p> <p>Superficies con recubrimientos fotocatalíticos</p>
Objeto de estudio 6.	
Caracterización de Fotocatalizadores	<p>Absorción de radiación UV-Vis Adsorción Hidratabilidad</p> <p>Propiedades Electrónicas</p>

--	--

UNIDAD TEMÁTICA	COMPETENCIA
<p>Objeto de estudio:</p> <p>Introducción</p> <p>Propiedades de los Semiconductores</p> <p>Descripción del proceso Fotocatalítico</p> <p>Fotocatalizadores de Interés Industrial</p> <p>Aplicaciones Industriales de Fotocatálisis</p> <p>Caracterización de Fotocatalizadores</p>	<p>El alumno será capaz de</p> <p>Conocer el uso potencial de la fotocatálisis en la solución de problemas del medio ambiente, así como en el desarrollo de nuevos productos industriales basados en esta tecnología.</p> <p>Adquirir la capacidad para describir los fundamentos de los semiconductores en relación con su aplicación con la fotocatálisis.</p> <p>Comprender la serie de procesos que dan lugar al fenómeno Fotocatalítico y los efectos que se pueden inducir como resultado de estos procesos.</p> <p>Adquirir capacidad para identificar y conocer el estado del arte en el desarrollo de materiales fotocatalíticos con mayor potencial de aplicación en la industria.</p> <p>Adquirir la capacidad para seleccionar los materiales fotocatalíticos, así como los modelos de reactores o métodos de aplicación más adecuados para cada aplicación industrial.</p>

	<p>Adquirirá la capacidad de utilizar las técnicas de caracterización que le permitirán desarrollar investigación en el campo, así como predecir resultados de actividad fotocatalítica en base a la caracterización fisicoquímica de semiconductores</p>
--	---

Bibliografía /Referencias

Título: Photocatalysis: Science and Technology
Autor: Michele Audin, Ichiro Okura
Editorial: Springer-Verlag New York, Inc., 2002 (ISBN: 3540434739)

Título: Photocatalysis: Fundamentals and Applications
Autor: Nick Serpone, Ezio Pelizzeti
Editorial: Wiley, John & Sons, Inc., 1989 (ISBN: 0471626031)