2. PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

2.1. Objetivo general

Formar recursos humanos con conocimientos generales en el nivel de maestría y con experiencia en investigación que les confieran versatilidad y preparación suficientes para incorporarse a labores de investigación y desarrollo en los sectores educativos, productivos y de servicios, así como para realizar labores de docencia especializada; todo ello en el área de ciencia e ingeniería de materiales.

2.2. Perfiles

2.2.1. De Ingreso

El aspirante a ingresar a la maestría deberá:

- Tener interés por incorporarse a labores de investigación y desarrollo en algún sector de la producción o de servicios, así como por realizar labores de docencia especializada, o bien, aspirar a cursar estudios de doctorado.
- Estar comprometido con una superación académica sólida.
- Estar comprometido a dedicar tiempo completo para concluir sus estudios en tiempo y forma para lograr obtener el grado en los plazos establecidos en las normas operativas.
- Tener conocimientos básicos de matemáticas, química y física, entre otras, además de la capacidad para adquirir los conocimientos contenidos en el plan de estudios de la maestría.
- Poseer habilidades para la comprensión de textos en lengua inglesa.

2.2.2. De Egreso

El egresado de la maestría tendrá:

- Una formación sólida en ciencia e ingeniería de materiales, y la posibilidad de especializarse en un campo de conocimiento, que le permita desempeñarse en actividades docentes y profesionales.
- Experiencia suficiente en el manejo de metodologías propias de la investigación en ingeniería de materiales.
- Capacidad para resolver problemas propios de la disciplina que pudieran presentarse en las áreas científico-académica, productiva o de servicios.

2.2.3. Del Graduado

Al obtener el grado el alumno estará preparado para:

- Apoyar, proponer o desarrollar proyectos o actividades de investigación.
- Incorporarse al ejercicio profesional en el sector productivo o de servicios.
- Mantenerse actualizado en los temas de su especialidad, así como adquirir conocimientos sobre nuevas técnicas.
- Analizar de manera crítica la información científica.
- Interpretar y comunicar, tanto en forma oral como escrita, los resultados de sus investigaciones.
- Realizar labores de docencia y formación de recursos humanos en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

2.3. Duración de los estudios y total de créditos

El plan de estudios propuesto para la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales:

- Se impartirá de manera escolarizada.
- Su duración es de hasta cuatro semestres para alumnos de tiempo completo, incluyendo la graduación.
- Se compone de 80 créditos, de los cuales:
  - ✓ 20 corresponden a tres actividades académicas de carácter obligatorio.
  - ✓ 44 corresponden a cuatro actividades académicas de carácter obligatorio de elección.
  - ✓ 16 corresponden a dos de actividades académicas de carácter optativo.

2.4. Estructura y organización

2.4.1. Descripción general de la estructura y organización académica

El plan de estudios de maestría está organizado en los cinco campos (materiales cerámicos, materiales complejos, materiales electrónicos, materiales metálicos y materiales poliméricos), y está diseñado para que el alumno acredite actividades académicas de formación disciplinar en sus dos primeros semestres y se dedique, en sus dos finales, al desarrollo de su investigación y al trabajo escrito que presentará para la obtención del grado.

Las actividades académicas están divididas en dos grupos: las orientadas a la formación disciplinaria y las de investigación.

En el primer grupo están las actividades a) introductorias, b) básicas y c) por elección (campos de conocimiento).

Todos los alumnos que ingresen a la maestría deberán acreditar una de las actividades introductorias, que definirá el Comité Académico de acuerdo con la formación previa del alumno; así como tres actividades básicas y dos optativas, de las cuales el alumno, conjuntamente con su tutor principal, deberá escoger de entre las señaladas en el plan de estudios, tomando en cuenta el proyecto y, en su caso, campo de conocimiento.

Si bien la carga académica de las actividades orientadas a la formación disciplinar se señala como teórica, se reconoce el diálogo existente lo teórico y lo práctico, la investigación y la práctica profesional, porque tal como lo menciona Wilfred Carr, "La práctica no se opone a la teoría, sino que se rige por un marco teórico implícito que estructura y orienta las actividades de quienes se dedican a tareas prácticas. Según esta línea de pensamiento la orientación de la práctica por la teoría puede entenderse de dos maneras posibles. Por una parte, suponer que toda práctica presupone un marco teórico, o por otra, asumir que los profesionales hacen suya la teoría elaborada desde fuera de su ámbito para que los oriente en sus acciones prácticas"[i].

Respecto a las actividades de investigación, correspondientes al segundo grupo, se inician propiamente durante el segundo semestre con la actividad académica denominada Proyecto de Investigación en la cual el alumno, conjuntamente con su tutor principal, define el tema de investigación para su documento escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación), para la obtención del grado. Con lo anterior, el alumno en el tercer semestre, a través de la actividad académica denominada Estancia de Investigación, inicia su trabajo de investigación. La estancia de investigación se puede realizar en un laboratorio de investigación, de cualquier parte del país o del extranjero y también en una instalación industrial. Durante el cuarto semestre el alumno realiza la actividad académica denominada Seminario de Investigación, que está enfocado para que concluya con su trabajo

de investigación y desarrolle su documento escrito, según corresponda.

En la tabla siguiente se muestran la clasificación y los créditos de las actividades académicas por cada grupo:

GRUPO	ACTIVIDAD ACADÉMICA	CRÉDITOS
Formación disciplinaria	Básica	36
	Introductoria	8
	Optativa	16
Orientadas a la investigación	Estancia de Investigación	8
	Seminario de Investigación	8
	Proyecto de Investigación	4

A continuación se detalla la descripción de cada tipo de actividad.

Actividades académicas introductorias:

Por lo que corresponde al plan de estudios de maestría, el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales acepta estudiantes que provengan de diferentes licenciaturas, principalmente de Física, Ingeniería y Química, sin ser excluyente para estudiantes provenientes de otras disciplinas afines, con el afán de homogeneizar los conocimientos básicos que se requieren para iniciar los estudios en ciencia e ingeniería de materiales, se han definido tres actividades académicas denominadas introductorias:

- Fundamentos de Matemáticas para Materiales
- Introducción a la Mecánica Cuántica
- Introducción a la Química de Materiales

Todos los alumnos que ingresen a la maestría acreditarán, al menos, una de estas actividades académicas introductorias, siendo esta actividad académica diferente al campo del conocimiento de la licenciatura previamente cursada por el alumno. El Comité Académico podrá cambiar la asignación de la actividad académica introductoria del alumno, con base en el resultado de su examen de ingreso o en atención a la solicitud escrita y razonada del alumno.

Actividades académicas básicas:

Durante los dos primeros semestres de la maestría, los alumnos cursarán y acreditarán tres actividades académicas pertenecientes al grupo de las denominadas básicas. Estas actividades académicas serán propuestas por el comité tutor de cada alumno y ratificadas por el Comité Académico, de acuerdo con la preparación y el campo de conocimiento seleccionado por el alumno. El grupo de las actividades académicas básicas son:

- Estructura de los Materiales
- Estructura Electrónica de Materiales
- Matemáticas Aplicadas a Materiales
- Mecánica de Medios Continuos
- Propiedades Mecánicas de Materiales
- Química de los Materiales

- Termodinámica de los Materiales
- Biomateriales
- Fisicoquímica de superficies
- Simulación molecular. Teoría y aplicaciones

Actividades académicas optativas:

Estas actividades están orientadas a fortalecer y profundizar conocimientos de la ciencia e ingeniería de materiales, podrán cursarse en uno o más campos de conocimiento o en otro plan de estudios dentro o fuera de la UNAM.

Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas correspondientes a los dos primeros semestres según se indica en el mapa curricular, para que en el tercero no exista problema para realizar una estancia.

Proyecto de Investigación

Con la intención de que, a lo largo del segundo semestre, el alumno empiece a definir el tema de su documento escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación), deberá informarse acerca de los posibles temas que podría desarrollar, a fin de delimitar, concretamente con su tutor principal aquel que resulte de su interés. Al término del semestre, el alumno entregará el proyecto de investigación que como elementos mínimos deberá contener: tema, objetivo(s), antecedentes y cómo se llevará a cabo el proyecto, mismo que será evaluado y calificado por el comité tutor, en un formato que apruebe el Comité Académico.

Estancia de Investigación

Durante el tercer semestre se cursará está actividad académica, en la cual el alumno realizará una estancia de investigación en un laboratorio o en una instalación industrial, con el propósito de realizar actividades de investigación tecnológica en materiales, de aprendizaje de técnicas de preparación y caracterización de materiales o de cualquier otra actividad de interés profesional en el área de la ciencia e ingeniería de materiales. Esta actividad estará enfocada a que el alumno desarrolle la investigación de su trabajo escrito de maestría. El programa de actividades debe estar avalado por su tutor principal y ser aprobado por su comité tutor. La estancia será evaluada y calificada por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrá un formato que apruebe el Comité Académico.

Seminario de Investigación

Durante el cuarto semestre, el alumno realizará el Seminario de Investigación. Este seminario está enfocado a que el alumno termine su investigación, desarrolle su documento escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación), según corresponda, lo someta a la aprobación de su comité tutor (así como al representante designado por la empresa, en el caso de reporte de investigación), y lo exponga públicamente, antes de presentar su examen de grado, en el Coloquio de Estudiantes del Posgrado. Este seminario será evaluado y calificado por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrán el formato que apruebe el Comité Académico.

Actividades complementarias

Durante su permanencia en el plan de estudios de la maestría, el alumno deberá asistir a diversas actividades científico-académicas como seminarios, coloquios, escuelas, congresos

etc. Además, el alumno deberá realizar las actividades académicas que el comité tutor considere relevantes para su formación. Estas actividades se definirán semestralmente en su plan individual de actividades y no tendrán valor en créditos.

Al término del cuarto semestre el alumno debe haber cubierto el 100% de créditos, contar con los votos aprobatorios para su trabajo escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación) y defenderlo ante un jurado designado por el Comité Académico.

2.4.2 Mecanismos de flexibilidad

- El estudiante tiene la posibilidad de diseñar junto con su tutor su plan individual de actividades académicas, eligiendo actividades obligatorias de elección y optativas que se consideren pertinentes para su formación.
- Se cuenta con actividades académicas que permitirán incluir temas emergentes y de vanguardia, que se denominan como Temas Selectos.
- Se podrá otorgar valor en créditos a actividades académicas de otro plan de estudios de posgrado de la UNAM o de otra Institución de Educación Superior y de educación continua realizadas con anterioridad al ingreso, previa autorización del Comité Académico, revalidando hasta un 40% del total de créditos requeridos en el plan de estudios.
- No hay una seriación obligatoria o indicativa en las actividades académicas.
- Cinco modalidades de graduación (tesis, reporte de investigación, artículo científico, protocolo de investigación y examen general de conocimientos).
- El Comité Académico, previo visto bueno del tutor, podrá autorizar la inscripción a un número mayor de actividades académicas en un semestre, al señalado en el mapa curricular.
- El Comité Académico podrá autorizar la inscripción a actividades académicas adicionales a las señaladas en el plan de estudios, sin valor en créditos, por lo que éstas no se tomarán en cuenta en el cómputo global de éstos.
- Con la finalidad de enriquecer y darle más flexibilidad al plan de estudios se permitirá, de acuerdo con las normas operativas del Programa, que un alumno del mismo curse actividades académicas de otros programas de posgrado dentro o fuera de la UNAM hasta por un 50% del total requerido en el plan de estudios; así mismo, los alumnos de otros programas de posgrado de la propia Institución podrán cursar actividades académicas del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.
- Como un mecanismo para ampliar o coadyuvar al desarrollo de las actividades de investigación durante sus estudios de maestría, se pueden realizar estancias de investigación tanto en laboratorios de investigación nacionales, como extranjeros. Estas estancias de investigación podrán estar enmarcadas dentro de convenios de movilidad estudiantil o de los acuerdos que realice el tutor principal con sus colaboradores nacionales o extranjeros y deberán ser aprobadas por el Comité Académico, a propuesta del alumno, con el visto bueno de su tutor principal y comité tutor.

2.4.2.1 Movilidad estudiantil

Considerando lo señalado en los dos últimos puntos en mecanismos de flexibilidad, el plan de estudios abre la posibilidad a la movilidad estudiantil. Es así que el alumno, siguiendo el procedimiento para ello, podrá realizar una estancia en otra institución, cursar y acreditar

actividades académicas en otros planes de posgrado de la UNAM; o bien en otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras, con las que la UNAM mantenga convenios para tal efecto y de acuerdo con lo estipulado en la Legislación Universitaria vigente.

2.4.3 Actividades académicas

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
PRIMER SEMESTRE							
	Introductoria	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
	Básica	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Básica	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
SEGUNDO SEMESTRE							
	Básica	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Optativa	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Optativa	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Proyecto de Investigación	Curso-taller	Obligatoria	1	1	32	4
TERCER SEMESTRE							
	Estancia de Investigación	Estancia	Obligatoria	0	4	64	8
CUARTO SEMESTRE							
	Seminario de Investigación	Seminario	Obligatoria	2	2	64	8

RESUMEN						
ACTIVIDADES ACADÉMICAS						
Obligatorias	Obligatorias de Elección	Optativas	Teóricas	Prácticas	Teóricas-Practicas	**TOTAL**
3	4	2	6	1	2	9
CRÉDITOS						
Obligatorios	Obligatorios de Elección	Optativos	Teóricas	Prácticas	Teórico-Prácticas	**TOTAL**
20	44	16	60	8	12	80
HORAS						
Teóricas			Prácticas			**TOTAL**
528			112			640

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
INTRODUCTORIAS							
	Fundamentos de Matemáticas para Materiales	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
	Introducción a la Mecánica Cuántica	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
	Introducción a la Química de Materiales	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
BÁSICAS							
	Estructura de los Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Estructura Electrónica de Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Matemáticas Aplicadas a Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Mecánica de Medios Continuos	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Propiedades Mecánicas de Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Química de los Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Termodinámica de los Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Biomateriales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Fisicoquímica de superficies	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Simulación molecular. Teoría y aplicaciones	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES CERÁMICOS							
	Cristalografía	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Difracción	Curso	Optativa	4	0	64	8

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
	Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Técnicas Espectroscópicas y Térmicas	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Cerámicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS							
	Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Mecánica de Sólidos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Reología	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Termodinámica Estadística de los Materiales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Complejos	Curso	Optativa	4	0	64	8
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS							
	Dispositivos Electrónicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Fundamentos de Magnetismo	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Materiales Desordenados	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Nanotecnología y Nanomateriales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Óptica de Semiconductores	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Propiedades Electrónicas de Materiales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Propiedades Magnéticas de Materiales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Semiconductores	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Superconductividad	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Electrónicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES METÁLICOS							
	Fundamentos de Metalurgia Física	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Fundamentos de Solidificación	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Materiales Compuestos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Procesos Cinéticos en Metalurgia Física	Curso	Optativa	4	0	64	8

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
	Solidificación	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Superplasticidad	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Metálicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS							
	Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Física de Polímeros	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Procesamiento de Materiales Poliméricos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Síntesis de Polímeros	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Poliméricos	Curso	Optativa	4	0	64	8

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
ACTIVIDADES ACADÉMICAS COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO							
	Algoritmos y Métodos Computacionales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Matemáticas Aplicadas a Materiales II	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Modelado Numérico I	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Modelado Numérico II	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Teoría de Grupos	Curso	Optativa	4	0	64	8

2.4.4. Mapa curricular

PRIMER SEMESTRE	SEGUNDO SEMESTRE	TERCER SEMESTRE	CUARTO SEMESTRE
Introductoria Teóricas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8	Básica Teóricas: 96 Total de horas: 96 Créditos: 12	Estancia de Investigación Prácticas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8	Seminario de Investigación Teóricas: 32 Prácticas: 32 Total de horas: 64 Créditos: 8
Básica Teóricas: 96 Total de horas: 96 Créditos: 12	Optativa Teóricas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8		
Básica Teóricas: 96 Total de horas: 96 Créditos: 12	Optativa Teóricas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8		
	Proyecto de Investigación Teóricas: 12 Prácticas: 20 Total de horas: 32 Créditos: 4		

Campos de conocimiento

- Materiales Cerámicos
- Materiales Complejos
- Materiales Electrónicos
- Materiales Metálicos
- Materiales Poliméricos

Pensum académico: 640 hrs
Total de actividades académicas: 9
Total de actividades académicas obligatorias: 3
Total de actividades académicas obligatorias de elección: 4
Total de actividades académicas optativas: 2

2.5. Requisitos

2.5.1. De ingreso

Los aspirantes que pretenden ingresar al plan de estudios deberán obtener su carta de aceptación académica por parte del Comité Académico del Programa, para ello deberán cumplir, presentar y entregar los requisitos estipulados a continuación, los criterios académicos señalados en las Normas Operativas del Programa y lo previsto en la convocatoria correspondiente:

1. Título de licenciatura afín a la ciencia e ingeniería de materiales a juicio del Comité Académico.
   Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de examen profesional de licenciatura con resultado aprobatorio.
   Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia que acredite que el título se encuentra en trámite.
   Aspirantes egresados de la UNAM y de escuelas incorporadas que deseen ingresar al plan de estudios, para obtener el título de licenciatura mediante estudios de posgrado, deberán contar con el formato de autorización de esta opción, emitida por la entidad académica de procedencia o en su caso por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE), en la que se avale que el interesado cumple con los requisitos previstos para dicha opción. Estos aspirantes deberán cumplir la totalidad de los demás requisitos de ingreso y someterse al proceso de selección.

2. Certificado de estudios de licenciatura con promedio igual o superior a 8.0 (ocho punto cero). En caso de que éste no lo especifique, además se deberá entregar constancia oficial de promedio emitida por la institución de procedencia.

3. Constancia que certifique conocimiento del idioma inglés, en el nivel de comprensión de textos o equivalente o superior al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, o TOEFL PBT con un mínimo de 460 puntos, expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT), otros centros de idiomas de la UNAM u organismos y certificaciones internacionales con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.

4. Documentos de carácter administrativo, de acuerdo con lo señalado en las normas operativas y en la convocatoria correspondiente.

5. Requerimientos académicos establecidos en las Normas Operativas del Programa.

6. Someterse a los mecanismos de evaluación (exámenes, entrevista, entre otros que considere pertinentes el Comité Académico) previstos en la convocatoria de conformidad con lo establecido en las normas operativas.

7. No haber sido dado de baja en algún programa de posgrado por faltas de integridad académica.

8. Carta de aceptación académica otorgada por el Comité Académico del Programa.

Adicionalmente para aspirantes que hayan realizado estudios en el extranjero:

8. Constancia de equivalencia de promedio mínimo establecido en los estudios de licenciatura, expedida por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios de la UNAM.

9. En caso de que los documentos estén en un idioma diferente al español, deberán estar traducidos por un perito oficial mexicano.

10. Documentos apostillados o legalizados, según corresponda de acuerdo con lo previsto en la convocatoria.

Además para aspirantes no hispanohablantes:

11. Constancia que certifique conocimiento de español equivalente o superior al nivel C1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, expedida por el Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE) de la UNAM u organismos con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.

Los aspirantes aceptados deberán formalizar su inscripción como alumnos del plan de estudios, siguiendo el procedimiento señalado en la convocatoria correspondiente.

2.5.2. De permanencia

La permanencia de los alumnos en el plan de estudios estará sujeta a lo dispuesto en los artículos 10, 11, 13, 14, 15, 28, 30 y 40 del Reglamento General de Estudios de Posgrado, que a la letra dicen:

> Artículo 10.- Se entenderá que renuncian a su inscripción o reinscripción las personas que no hayan completado los trámites correspondientes en las fechas establecidas para tal efecto.
>
> Artículo 11.- Se cancelará la inscripción o reinscripción cuando se compruebe la falsedad total o parcial de un documento o en los supuestos previstos en la Legislación Universitaria, en cuyo caso quedarán sin efectos todos los actos derivados de las mismas.
>
> Artículo 13.- El alumnado podrá permanecer inscrito en los plazos establecidos en el presente Reglamento. Si no concluye las actividades académicas obligatorias y optativas establecidas en el plan de estudios, el comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización decidirá si procede su baja.
>
> El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, previa solicitud formulada por la o el alumno, podrá otorgar un plazo adicional de hasta dos semestres consecutivos inmediatos posteriores al plazo establecido en el plan de estudios correspondiente, para concluir los créditos y obtener el grado. En ningún caso este plazo excederá el 50% de la duración del plan de estudios.
>
> […]

Artículo 14.- El alumnado no podrá ser inscrito más de dos veces en una asignatura o actividad académica.

Si se inscribe dos veces en una misma actividad académica sin acreditarla, causará baja del plan de estudios en que se encuentre inscrito.

Quien se vea afectado por esta disposición podrá solicitar al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, la reconsideración de su baja, en los términos y plazos que señalen los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

Artículo 15.- El comité académico de los programas de maestría y doctorado, determinará las condiciones bajo las cuales una alumna o alumno continuará en el plan de estudios cuando reciba una evaluación semestral desfavorable de su tutor, tutores principales o de su comité tutor. Si la o el alumno obtiene una segunda evaluación semestral desfavorable, causará baja en el plan de estudios.

Quien se vea afectado por esta disposición podrá solicitar al comité académico la reconsideración de la segunda evaluación negativa, en los términos y plazos que señalen los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

Artículo 28.- Cuando se modifique un plan de estudios, la o el alumno podrá solicitar por escrito continuar y concluir sus estudios en dicho plan, siempre que no rebase los tiempos establecidos en este Reglamento. El comité académico decidirá el número de créditos o actividades académicas que podrán ser reconocidos.

Artículo 30.- El alumnado del posgrado tiene derecho a:

I. Solicitar durante las dos primeras semanas de cada ciclo escolar, la suspensión de sus estudios hasta por dos semestres, sin que se afecten los plazos previstos en este Reglamento. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, podrá autorizar dicha suspensión y ampliarla en casos excepcionales y plenamente justificados. Se atenderán particularmente razones de género;

II. Solicitar su reincorporación en el plan de estudios cuando suspendan los estudios sin autorización. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, determinará la procedencia y los términos de la reincorporación. En este caso el tiempo total de inscripción no podrá exceder los límites establecidos en este Reglamento;

III. Solicitar autorización para realizar los exámenes o evaluaciones finales cuando por causas debidamente justificadas no hayan cumplido con este requisito. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, estudiará el caso, y podrá establecer mecanismos alternos de evaluación;

IV. Solicitar al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, por causa justificada, cambio del tema de trabajo de grado, tutor, tutores principales o miembros de comité tutor, y

V. Plantear por escrito a la persona titular de la coordinación, al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, solicitudes de aclaración respecto a decisiones académicas que les afecten y recibir la respuesta por el mismo medio en un plazo máximo de treinta días hábiles.

Artículo 40.- Para permanecer inscrito en los estudios de maestría el alumnado deberá acreditar satisfactoriamente, en los plazos señalados, las actividades académicas del plan de estudios, así como las que le sean asignadas por su tutor, tutores principales o, en su caso, por su comité tutor, de acuerdo con lo señalado en el presente Reglamento, y contar con la evaluación semestral favorable de los mismos.

Adicionalmente, el alumno deberá:

- Entregar la documentación requerida para su reinscripción, en los plazos establecidos.
- Elaborar semestralmente con su tutor el plan de actividades a realizar en el periodo siguiente y entregarlo a la Coordinación del Programa con el visto bueno de su comité tutor.
- Presentar, por escrito, a su comité tutor un informe semestral de las actividades académicas realizadas.
- Presentar el título de licenciatura, para su inscripción al tercer semestre, en caso de haber ingresado con acta de examen profesional aprobatoria o constancia oficial de que el grado se encuentra en trámite.
- Presentar el título de licenciatura, para su inscripción al cuarto semestre, en caso de haber ingresado mediante la opción de titulación por estudios de posgrado.
- Mantener un comportamiento ético y no cometer faltas graves contra la integridad académica y disciplina universitaria a lo largo de su permanencia en el Programa.

2.5.3. De egreso

El alumno deberá haber cursado y aprobado el 100% de los créditos y el total de actividades académicas contempladas en el plan de estudios en los plazos establecidos.

2.5.4. Para obtener el grado

Para obtener el grado de maestría, el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos en función de la normatividad vigente:

- ✓ Cumplir con los requisitos de egreso.
- ✓ Constancia de acreditación de las actividades complementarias emitida por la Coordinación del Programa.
- ✓ Elegir y aprobar alguna de las modalidades de graduación, las cuales son:
  - Tesis
  - Artículo científico

- Reporte de investigación
- Protocolo de investigación y promedio
- Examen General de Conocimientos

De acuerdo con lo previsto en las normas operativas, estas modalidades requieren de una réplica oral del trabajo escrito realizado ante un jurado. En todas las modalidades se deberán cumplir con los requisitos y procesos establecidos en dichas normas y en el manual de operación para las modalidades de obtención del grado elaborado y aprobado por el Comité Académico.

✓ Entregar los documentos obligatorios de carácter académico-administrativo y realizar los trámites respectivos de acuerdo a lo señalado por la institución.

El alumno que no obtenga el grado en los tiempos previstos en el plan de estudios podrá solicitar la autorización del Comité Académico para obtenerlo, siguiendo lo establecido en las Normas Operativas del Programa.

2.6. Certificado complementario

El alumno podrá solicitar la emisión de un certificado complementario al grado de maestro, de acuerdo a lo previsto en las normas operativas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN
CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

TOMO II

CAMPOS DEL CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA

- **Materiales Cerámicos**
- **Materiales Complejos**
- **Materiales Electrónicos**
- **Materiales Metálicos**
- **Materiales Poliméricos**

GRADOS QUE SE OTORGAN:

- **Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:

- **Facultad de Ciencias**
- **Facultad de Ingeniería**
- **Facultad de Química**
- **Instituto de Energías Renovables**
- **Instituto de Física**
- **Instituto de Investigaciones en Materiales**
- **Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología**
- **Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada**
- **Centro de Nanociencias y Nanotecnología**

Fecha de aprobación del Comité Académico: **22 de febrero de 2017.**

Fecha de opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado: **20 de septiembre de 2018.**

Fecha de aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías: **10 de diciembre de 2018**

Contenido

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS 3
Proyecto de Investigación 3
Estancia de Investigación 5
Seminario de Investigación 7
ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN 9
INTRODUCTORIAS 9
Fundamentos de Matemáticas para Materiales 9
Introducción a la Mecánica Cuántica 13
Introducción a la Química de Materiales 17
BÁSICAS 20
Estructura de los Materiales 20
Química de los Materiales 25
Estructura Electrónica de Materiales 28
Mecánica de Medios Continuos 32
Propiedades Mecánicas de Materiales 36
Termodinámica de los Materiales 42
Matemáticas Aplicadas a Materiales 53
Biomateriales 49
Fisicoquímica de superficies 56
Simulación molecular. Teoría y aplicaciones 60
ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO 64
CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES CERÁMICOS 64
Cristalografía 64
Difracción 67
Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos 71
Técnicas Espectroscópicas y Térmicas 74
Temas Selectos de Materiales Cerámicos 76
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS 78
Termodinámica Estadística de los Materiales 78
Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor 82
Mecánica de Sólidos 85
Reología 89
Temas Selectos de Materiales Complejos 92

CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS 94
Nanotecnología y Nanomateriales 94
Propiedades Electrónicas de Materiales 97
Dispositivos Electrónicos 101
Fundamentos de Magnetismo 104
Superconductividad 108
Materiales Desordenados 111
Óptica de Semiconductores 114
Propiedades Magnéticas de Materiales 118
Semiconductores 122
Temas Selectos de Materiales Electrónicos 126
CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES METÁLICOS 128
Fundamentos de Metalurgia Física 128
Fundamentos de Solidificación 131
Materiales Compuestos 134
Procesos Cinéticos en Metalurgia Física 137
Solidificación 140
Superplasticidad 143
Temas Selectos de Materiales Metálicos 146
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS 148
Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos 148
Física de Polímeros 152
Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros 156
Procesamiento de Materiales Poliméricos 160
Síntesis de Polímeros 164
Temas Selectos de Materiales Poliméricos 167
COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO 169
Algorítmos y Métodos Computacionales 169
Matemáticas Aplicadas a Materiales II 174
Modelado Numérico I 177
Modelado Numérico II 180
Teoría de Grupos 183

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Proyecto de Investigación**				
Clave	Semestre 2	Créditos 4	Todos los campos de conocimiento		
Modalidad	Curso(X) Taller (X) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T ( ) P ( ) T/P (X)	
Carácter	Obligatorio (X) Optativo ( ) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 1	Teóricas 16	
			Prácticas 1	Prácticas 16	
			Total 2	Total 32	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Con la intención de que, a lo largo del segundo semestre, el alumno empiece a definir el tema de su documento escrito (tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación del examen general de conocimientos), deberá informarse acerca de los posibles temas que podría desarrollar, a fin de delimitar, concretamente con su tutor principal aquel que resulte de su interés. Al término del semestre, el alumno entregará el proyecto de investigación que como elementos mínimos deberá contener: tema, objetivo(s), antecedentes y cómo se llevará a cabo el proyecto, mismo que será evaluado y calificado por el comité tutor, en un formato que apruebe el Comité Académico.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Definir el tema de tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación	16	16
	Total	16	16
	Suma total de horas	32	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Definir el tema de tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación	X	Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)	X	Participación en clase	
Prácticas de campo	X	Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:
La que determine el comité tutor del alumno

Bibliografía complementaria:
La que determine el comité tutor del alumno

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Estancia de Investigación**				
Clave	Semestre 3	Créditos 8	Todos los campos de conocimiento		
Modalidad	Curso ( ) Taller( ) Lab( ) Sem ( ) Estancia (X)		Tipo	T ( ) P ( ) T/P (X)	
Carácter	Obligatorio (X) Optativo ( ) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 0	Teóricas 0	
			Prácticas 4	Prácticas 64	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Durante el tercer semestre, el alumno realizará una estancia de investigación en un laboratorio o en una instalación industrial, con el propósito de realizar actividades de investigación tecnológica en materiales, de aprendizaje de técnicas de preparación y caracterización de materiales o de cualquier otra actividad de interés profesional en el área de la ciencia e ingeniería de materiales. Estas actividades estarán enfocadas a que el alumno desarrolle la investigación de su trabajo escrito de maestría. El programa de actividades debe estar avalado por su tutor principal y ser aprobado por su comité tutor. La estancia será evaluada y calificada por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrá un formato que apruebe el Comité Académico.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Actividades de investigación tecnológica en materiales	0	64
	Total	0	64
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
1	Actividades de investigación tecnológica en materiales

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación	X	Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)	X	Participación en clase	
Prácticas de campo	X	Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:
La que determine el comité tutor del alumno

Bibliografía complementaria:
La que determine el comité tutor del alumno

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Seminario de Investigación**				
Clave	Semestre 4	Créditos 8	Todos los campos de conocimiento		
Modalidad	Curso ( ) Taller( ) Lab( ) Sem(X)		Tipo	T ( ) P ( ) T/P (X)	
Carácter	Obligatorio (X) Optativo ( ) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 2	Teóricas 32	
			Prácticas 2	Prácticas 32	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Durante el cuarto semestre, el alumno realizará el seminario de investigación. Este seminario está enfocado a que el alumno termine su investigación, desarrolle su documento escrito (tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación del examen general de conocimientos), según corresponda, lo someta a la aprobación de su comité tutor (así como al representante designado por la empresa, en el caso de reporte de investigación), y lo exponga públicamente, antes de presentar su examen de grado, en el Coloquio de Estudiantes del Posgrado. Este seminario será evaluado y calificado por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrán el formato que apruebe el Comité Académico.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Término de la investigación y escritura de tesis, reporte o protocolo de investigación	32	32

Total	32	32
Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
1	Término de la investigación y escritura de tesis, reporte o protocolo de investigación.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación	X	Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)	X	Participación en clase	
Prácticas de campo	X	Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:
La que determine el comité tutor del alumno

Bibliografía complementaria:
La que determine el comité tutor del alumno

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN

INTRODUCTORIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Fundamentos de Matemáticas para Materiales**				
Clave	Semestre 1	Créditos 8	Introductoria		
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá los conocimientos mínimos de matemáticas para el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, obteniendo el aprendizaje de técnicas analíticas, así como de las técnicas computacionales de matemáticas simbólicas con aplicaciones y ejercicios relevantes al trabajo teórico y al trabajo experimental.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Cálculo avanzado en espacios de variables reales y complejos	23	0
2	Álgebra lineal	18	0
3	Cálculo vectorial	15	0
4	Aplicación de programas de cómputo especializados para matemáticas	8	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Cálculo avanzado en espacios de variables reales y complejos 1.1. Funciones, límites y continuidad 1.2. Integración y diferenciación de funciones y sus expansiones en series 1.3. Funciones trigonométricas: expansiones en series y representación polar 1.4. Trucos de integración de fracciones polinomiales 1.5. Diferenciales en el espacio de n-dimensiones 1.6. Cálculo diferencial de varias variables, multiplicadores de Lagrange 1.7. Integración de varias variables, ángulos sólidos en sistemas polares y otros 1.8. Criterios de convergencia para series, series de potencias y series no convergentes 1.9. Ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden
2	Álgebra lineal 2.1 Conceptos fundamentales: espacios vectoriales, bases, dimensión de un espacio vectorial 2.2 Operadores en el espacio de n-dimensiones 2.3 Sistemas de ecuaciones 2.4 Ecuaciones de eigenvalores 2.5 Espacio de funciones y teoría de Sturm-Liouville 2.6 Interpolación lineal y por mínimos cuadrados lineales
3	Cálculo vectorial 3.1 Análisis vectorial 3.2 Derivadas temporales de un campo vectorial 3.3 Integrales de línea y de superficie 3.4 Operaciones para el gradiente, rotacional y divergencia de un campo ortogonal en dos y tres dimensiones 3.5 Operadores diferenciales en sistemas ortogonales generalizados 3.6 Aplicaciones de gradiente, rotacional y la divergencia en medios continuos
4	Aplicación de programas de cómputo especializados para matemáticas

	4.1 Introducción a los fundamentos de operación de un programa especializado (por ejemplo, Mathematica). 4.2 Funciones: límites, diferenciación, integración, expansión en series. 4.3 Manipulación de listas, patrones y sustituciones. 4.4 Graficación y aplicaciones. 4.5 Series y ecuaciones diferenciales. 4.6 Álgebra lineal: operaciones matriciales, diagonalización y formas canónicas. 4.7 Aplicación: mínimos cuadrados y descomposición de valores singulares. 4.8 Aplicación: cálculo vectorial (operadores diferenciales en varios sistemas coordenados. 4.9 Sesiones de cómputo (Las sesiones de cómputo se intercalarán con las clases de teoría de tal manera que sea de utilidad para reforzar los temas que se van desarrollando en el salón de clases.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Greenberg M. D., *Foundations of Applied Mathematics*, Prentice-Hall, New Jersey, 1978.
2. Lyons L., *All you wanted to know about mathematics but were afraid to ask, Vol. II*, Cambridge University Press, Cambridge, GB, 1995.
3. Shankar R., *Basic Training in Mathematics. A Fitness Program for Science Students*, Plenum Press, New York, 1995.
4. Courant R., Robbins H., & Stewart I., *What is Mathematics. An elementary Approach to Ideas and Methods*, 2nd Edition, Dover Publications, New York, 1989.
5. Gilbert J. & Gilbert L., *Linear Algebra and Matrix Theory*, 2nd Edition, Academic Press, San Diego, 1995.
6. Strang G., *Linear Algebra and Its Applications*, 2nd Edition, Academic Press, 1980.
7. Widder D. V., *Advanced Calculus*, 2nd Edition, Dover Publications, New York, 1989.

Bibliografía complementaria:

1. Bahder T., *Mathematica for Scientists and Engineers*, Addison-Wesley, 1995.
2. Crandall R. E., *Mathematica for the Sciences*, Addison-Wesley, 1991.
3. Gaylord R., Kamin S. & Wellin P., *An Introduction to Programming with Mathematica*, 2nd Edition, Springer-Verlag, New York, 1996.
4. Johnson E., *Linear Algebra with Mathematica*, Brooks/Cole, Boston, 1995.
5. Lyons L., *All you wanted to know about mathematics but were afraid to ask, Vol.I & II*, Cambridge University Press, Cambridge, GB, 1995.
6. Newmann M. M. & Miller T. L., *Mathematica Projects for Vector Calculus*, Kendall/Hunt, 1996.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERIA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Introducción a la Mecánica Cuántica**				
Clave	Semestre 1	Créditos 8	Introductoria		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los principios y algunas de las aplicaciones asociados a dos revoluciones científicas claves del Siglo XX: la relatividad (principalmente la especial) y la mecánica cuántica. La primera por sus múltiples aplicaciones a la energía nuclear, tanto en la fisión como en la fusión; la segunda para poder abordar los fenómenos atómicos, moleculares, nucleares, del estado sólido y de materiales modernos en general.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Relatividad Especial	4	0
3	El Fotón	4	0
4	Ondas (de Broglie) asociables a partículas materiales	6	0

5	Ecuación de Schrödinger	6	0
6	Modelo atómico Bohr-Rutherford	6	0
7	Átomo de Hidrógeno	6	0
8	Átomos multi-electrónicos	6	0
9	Física estadística y materia condensada	6	0
10	Estructura molecular	6	0
11	Física del estado sólido	6	0
12	Radiactividad y estructura nuclear	3	0
13	Reacciones nucleares y aplicaciones a fisión y fusión	3	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Unidades y dimensiones
2	Relatividad Especial 2.1. Relatividad clásica (Galileana) 2.2. El experimento de Michelson-Morley 2.3. Postulados de Einstein 2.4. Transformaciones de Lorentz 2.5. Dinámica relativista; $E = mc^2$ 2.6. Comprobaciones experimentales
3	El Fotón 3.1. Repaso de ondas electromagnéticas 3.2. Efecto fotoeléctrico 3.3. Radiación del “cuerpo negro” 3.4. Efecto Compton 3.5. Otros procesos fotónicos
4	Ondas (de Broglie) asociables a partículas materiales 4.1. Hipótesis de de Broglie 4.2. Relaciones de incertidumbre asociadas a ondas clásicas 4.3. Relaciones de Heisenberg 4.4. Paquetes de onda 4.5. Amplitud de probabilidad
5	Ecuación de Schrödinger 5.1. Justificación heurística 5.2. “Receta” de Schrödinger 5.3. Probabilidades y normalización 5.4. Aplicaciones 5.5. Oscilador armónico simple 5.6. Dependencia temporal 5.7. Escalones y barreras de energía potencial

6	Modelo atómico Bohr-Rutherford 6.1. Modelo atómico de J. J. Thomson 6.2. Átomo nuclear de Rutherford 6.3. Líneas espectrales 6.4. Modelo Hidrógeno de Bohr 6.5. Experimento Franck-Hertz 6.6. Deficiencias del modelo de Bohr
7	Átomo de Hidrógeno 7.1. Coordenadas esféricas polares 7.2. Funciones de onda del átomo de HIdrógeno 7.3. Probabilidades radiales 7.4. Momento angular orbital 7.5. Espín intrínseco 7.6. Niveles de energía
8	Átomos multi-electrónicos 8.1. Principio de exclusión de Pauli 8.2. Estados electrónicos en átomos multi-electrónicos 8.3. Tabla Periódica de los Elementos 8.4. Propiedades de los elementos 8.5. Rayos X 8.6. Espectros ópticos
9	Física estadística y materia condensada 9.1. Estadística clásica y cuántica 9.2. Distribución de Maxwell de velocidades moleculares 9.3. Distribución de Maxwell-Boltzmann de energías 9.4. Estadística cuántica 9.5. Aplicaciones de las estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac
10	Estructura molecular 10.1. Ion hidrógeno molecular 10.2. Hidrógeno molecular y enlace covalente 10.3. Enlace iónico 10.4. Vibraciones moleculares 10.5. Rotaciones moleculares 10.6. Espectros moleculares
11	Física del estado sólido 11.1. Sólidos iónicos y covalentes 11.2. Otros tipos de enlaces 11.3. Teoría de bandas en estado sólido 11.4. Electrones en metales 11.5. Superconductividad 11.6. Semiconductores
12	Radiactividad y estructura nuclear

	12.1. Constituyentes, tamaños y formas nucleares 12.2. Masas y energías de enlaces nucleares 12.3. Fuerzas nucleares 12.3. Decaimiento radiactivo: alfa, beta y gama 12.4. Radiactividad natural
13	Reacciones nucleares y aplicaciones a fisión y fusión 13.1. Tipos de reacciones nucleares 13.2. Producción de radioisótopos en reacciones nucleares 13.3. Fisión 13.4. Fusión.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación:

Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Atkins, P.W., Friedman R.S., *Molecular Quantum Mechanics*, 3ra edición. Oxford University Press, 1997.
2. Beiser A., *Concepts of Modern Physics*, 6a edición, McGrawHill, 2002.
3. Levine, I. N., *Quantum Chemistry*, 5a edición, Prentice Hall, 2000
4. Sutton A.P, *Electronic Structure of Materials*, Oxford Univerity Press, 1993.

Bibliografía complementaria:

1. de Llano M., *Mecánica Cuántica*, 2ª Edición, Facultad de Ciencias, UNAM, 2002 (con reimpresión del 2006).
2. Krane K. S., *Modern Physics*, 2da. Edición, Wiley, 1996

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Introducción a la Química de Materiales**				
Clave	Semestre 1	Créditos 8	Introductoria		
Modalidad	Curso (X) Taller( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno que tenga una formación de licenciatura en otra área del conocimiento, adquirirá los conceptos básicos de química necesarios para nivelarse y posteriormente cursar otras actividades académicas relacionadas.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos fundamentales	8	0
2	Periodicidad química	10	0
3	Enlace químico	24	0
4	Oxidación-reducción	8	0
5	Soluciones	6	0
6	Ácidos y bases	8	0
	Total	64	0

	Suma total de horas	64
Contenido Temático		
	Tema y subtemas	
1	Conceptos fundamentales 1.1. Átomo, elementos químicos (estables y radiactivos), isótopos, molécula y cristal. 1.2. Defectos en un cristal. 1.3. Compuesto, isómero, formula mínima y formula molecular. 1.4. Número de Avogadro, uma, masa, número atómico y masa molecular. 1.5. Concepto de mol.	
2	2. Periodicidad química 2.1. Tabla periódica, grupos y periodos. 2.2. Números cuánticos. 2.3. Configuración electrónica. 2.4. Apantallamiento, carga nuclear efectiva, número de oxidación, valencia. 2.5. Propiedades electrónicas (energía de ionización y afinidad electrónica). 2.6. El tamaño de los átomos (radio atómico, radio iónico, radio covalente, radio metálico). 2.7. Electronegatividad	
3	Enlace químico 3.1. Regla del octeto. 3.2. Enlace covalente y sus propiedades. 3.3. Teoría de enlace valencia y orbitales moleculares. 3.4. Enlace iónico y sus propiedades (campo cristalino, ciclo de Born-Haber). 3.5. Enlace metálico y sus propiedades. 3.6. Otras fuerzas químicas (puente de hidrógeno, de van der Waals, etc).	
4	Oxidación-reducción 4.1. Reacciones químicas de oxidación-reducción. 4.2. Estados de oxidación. 4.3. Notación iónica en las ecuaciones. 4.4. Balanceo de ecuaciones de oxidación reducción.	
5	Soluciones 5.1. Soluto y disolvente. 5.2. Unidades de concentración (molaridad, normalidad, molalidad, porcentaje en peso y volumen, partes por millón, etc). 5.3. Solubilidad en solventes polares y apolares.	
6	Ácidos y bases 6.1. Definición de ácido y base. 6.2. Ionización del agua, hidrólisis. 6.3. Determinación del pH 6.4. Soluciones tampón (buffer) e indicadores 6.5. Propiedades ácido-base de las sales 6.6. Propiedades ácido-base de los óxidos e hidróxidos	

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Chang R., *Química*, Edit. McGraw-Hill, 2002.
2. Cotton F. A. y Wilkinson G., *Química Inorgánica Avanzada*, Edit. Limusa Noriega Editores, 2001.
3. Garritz A. y Chamizo J., *Estructura Atómica*, Edit. Addison-Wesley Iberoamericana 1ª.Edic.USA 1994.

Bibliografía complementaria:

1. Huheey J. E., *Química Inorgánica. Principios de Estructura y Reactividad*, Edit. Harla, 1981.
2. Manku G. S., *Principios de Química Inorgánica*, Edit. Mc-Graw Hill, 1992.

BÁSICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Estructura de los Materiales**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno aprenderá los conceptos matemáticos básicos sobre la simetría cristalina y su aplicación a través de la difracción, así como a utilizar las diversas técnicas de difracción en el estudio de los materiales. Dichos contenidos están dirigidos a alumnos de diversas disciplinas como la física, ingeniería, química y otras áreas afines.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Simetría Cristalina	40	0
2	Difracción De Rayos-X	20	0
3	Otras técnicas de difracción	16	0
4	Casos Prácticos	20	0

	Total	96	0
	Suma total de horas	96	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Simetría Cristalina 1.1 Aspectos fundamentales de teoría de grupos 1.1.1 Concepto de grupo 1.1.2 Clases conjugadas 1.1.3 Subgrupo, subgrupo invariante, grupo factor 1.1.4 Isomorfismo, homomorfismo. 1.1.5 Aplicación a grupos puntuales cristalográficos a. Grupos espaciales 1.2.1 Grupos traslacionales 1.2.2 Sistemas cristalinos 1.2.3 Redes de Bravais 1.2.4 Representación de los grupos de traslaciones 1.2.5 Red recíproca 1.2.6 Representaciones de grupos b. Clasificiación de grupos espaciales 1.3.1 Nomenclatura 1.3.2 Grupos no simórficos (planos de deslizamiento, ejes helicoidales) 1.3.3 Tablas internacionales (estructuras cristalinas, casos particulares) c. El estado cristalino 1.4.1 Introducción: estados ordenados y desordenados. 1.4.2 Índices de Miller 1.4.3 Poliedros de coordinación 1.4.4 Empaquetamientos: *hcp* y *ccp* 1.4.5 Sitios intersticiales: tetraédricos y octaédricos		

2	Difracción de Rayos-X 2.1 Introducción 2.1.1 Naturaleza y propiedades de los rayos-x. 2.1.2 Fundamentos de difracción, reflexión, dispersión e interferencia. 2.1.3 Producción de rayos-x. Longitudes de onda características. 2.2. Geometría de la difracción 2.2.1 La ley de Bragg 2.2.2 La esfera de Ewald, 2.2.3 Exploración del espacio reciproco en el patrón de difracción de cristal único. 2.2.4 Métodos de difracción en policristales. Geometría Bragg-Bretano y otras configuraciones. 2.2.5 Indexación de difractogramas, manual y asistida por computadora 2.3 Factores que intervienen en la intensidad de la difracción 2.3.1 El factor de estructura. El problema de las fases. 2.3.2 Extinciones sistemáticas 2.3.3 El factor de Lorentz-polarización. 2.3.4 El factor multiplicidad. 2.3.5 Factores de absorción y temperatura.
3	Otras técnicas de difracción 3.1 Difracción, de electrones, conceptos básicos de microscopia electrónica. 3.2 La radiación sincrotrón, particularidades y uso de la técnica. 3.2 La difracción de neutrones.
4	Casos Prácticos 4.1 Estudio de estructuras tipo. 4.2 Determinación del grupo puntual y de espacio. 4.3 Determinación del tamaño de cristalito y micro-deformaciones: ecuación de Scherrer , de Stokes, Método de Williamson-Hall 4.4 Determinación de la textura cristalina, figuras de polo y función de distribución de orientaciones 4.5 Defectos cristalinos y su influencia en la difracción. 4.5.1 Interpretación y recolección de datos de rayos X de cristal único (Método directo y/o método de Patterson)

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	X
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	X
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. *Band Theory of Solids:* An introduction from the point of view of symmetry, Simon L. Altmann. Oxford University Press. 1991.
2. Burns G. and Glazer A.M., *Space Groups for Solid State Scientists*, Academic Press, 1990.
3. Cowley J., *Electron Diffraction Techniques*, Oxford Science Pub., 1992.
4. Cullity B. D., *Elements of X-Ray Diffraction*, 1978. 9 Wyckoff R.W., *Crystal Structures*, 2nd. Edition, Interscience Pub., 1966. –
5. Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., *Fundamentals of Crystallography*, Oxford University Press, 1992.
6. Maureen M. Julian. Foundations of Crystallography with Computer Applications, Second Edition, Taylor&Francis Group, 2015.
7. Pecharsky V. K. and Zavalij P. Y., *Fundamentals of Powder Diffration and Structural Characterization of Materials*, Springer Science+Business Media Inc., NY, USA, 2005.
8. Powder diffraction: Theory and Practice.- Edited by Robert E. Dinnebier and Simon J.L. Billinge RSC Publishing 2008.
9. Richard J.D. Crystals and Crystal Structures, John Wiley & Sons Ltd, 2006.
10. *Symmetry Relationships between Crystals Structures.* Applications of Crystallographic Group theory in Crystal Chemistry. Ulrich Müller. Oxford University Press, 2013.
11. X-Ray Difffraction by Polycrystalline Materials, Rene Guinebretiere ISTE Ltd 2007
12. X-Ray Diffraction for Materials Research: From Fundamentals to Applications, M. Lee. Apple Academic Press 2016.

Bibliografía complementaria:

1. *International Tables of Crystallography*, Volume A, IUCr, Springer. International Tables for Crystallography, Volume A: Space-group symmetry, International Union of Crystallography. Springer.
2. Glazer A.M., Hilger A., *The Structure of Crystals*, England, 1987.
3. Hyde B. G., *Inorganic Crystal Structure*,. Wiley and Sons, 1989.
4. Jackson A. G., *Handbook of Crystallography*. Springer-Verlag, New York, 1991.
5. Ladd M.F.C and Palmer R.A., Structure Determination by X-ray Cristallography, Plenum Press, New York, 1993. .
6. West A. R., *Solid State Chemistry and its Applications*, Wiley, 2000.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERIA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Química de los Materiales**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá los conceptos básicos de los diferentes modelos atómicos, así como una de las posibles divisiones de los materiales y sus diferentes propiedades. Además conocerá ejemplos de materiales con sus posibles aplicaciones.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fundamentos	40	0
2	Aplicaciones	56	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	Fundamentos a. Enlace químico. Tipos de enlace: iónico, covalente, metálico. Fuerzas de interacción: dipolo-dipolo, dipolo inducido-dipolo inducido, Fuerzas de dispersión de London/Fuerzas de van der Waals, puentes de hidrógeno. Modelos de enlace químico: hibridación, orbitales moleculares, TRPECV. b. Equilibrio Químico. Tipos de enlace: iónico, covalente, metálico. Fuerzas de interacción: dipolo-dipolo, dipolo inducido-dipolo inducido, Fuerzas de dispersión de London/Fuerzas de van der Waals, puentes de hidrógeno. Modelos de enlace químico: hibridación, orbitales moleculares, TRPECV. c. Cinética Química. Cinética de reacciones: orden de reacción, velocidad de reacción, molecularidad de una reacción, activación térmica, ecuación de Arrhenius, teoría de colisiones, teoría del estado de transición. Difusión: Mecanismos, leyes de Fick.
2	Aplicaciones 2.1 Materiales poliméricos. Compuestos orgánicos: nomenclatura, alcanos, alquenos, alquinos, aromáticos, grupos funcionales. Polímeros: estructura, composición, síntesis y aplicaciones. Bioquímica: aminoácidos, péptidos y proteínas, lípidos, ácidos nucléicos, biosíntesis de proteínas. Propiedades y ejemplos, polímeros y materiales funcionales. 2.2 Materiales metálicos. Teoría de bandas: metales, aislantes y semiconductores. Brecha de energía prohibida, envenenamiento y dispositivos, por ejemplo: celdas solares, LEDs, detectores, etc. 2.3 Materiales cerámicos. Ejemplos de materiales cristalinos y sus aplicaciones, e.g. zeolitas, silicatos, polímeros de coordinación etc. Ejemplos de materiales amorfos, vidrios inorgánicos: óxidos, silicatos, metales, carbones. Soluciones acuosas.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1.-*General Chemistry: Principles, Patterns, and Applications*. Saylor Foundation, 2011. [A free online textbook]

2.-Shackelford, J. *Introduction to Materials Science for Engineers*. 6th edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2004. ISBN: 9780131424869.
Chapter 3, "Crystalline Structure"
Chapter 4, "Crystal Defects."
Chapter 5, "Diffusion."
Chapter 9, "Phase Diagrams."
Chapter 12, "Ceramics and Glasses."
Chapter 13, "Polymers.

Bibliografía complementaria:

1.-Atkins, P. and DePaula, *Physical Chemistry J.* 8th ed., Oxford University Press

2.-William D. Callister, Jr. *Materials Science and Engineering*, An Introduction, 7th ed., John Wiley and Sons, Inc.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Estructura Electrónica de Materiales**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá conocimientos sobre la visión moderna de la estructura electrónica de los materiales. A diferencia de los cursos tradicionales del estado sólido, donde se hace énfasis en la teoría del electrón libre o la teoría de bandas en un material cristalino perfecto invocando el concepto del espacio recíproco, en el presente curso se hará énfasis en el espacio real como un enfoque complementario en el que se pueden tratar tanto los defectos electrónicos como las propiedades de materiales amorfos, además de los cristalinos. De esta manera, el alumno obtendrá una metodología versátil y más útil para entender la estructura electrónica de los materiales. Siendo este enfoque más cercano a la concepción química de la descripción de sistemas electrónicos (moleculares y extendidos), favorecerá la correlación rápida entre los conocimientos de los alumnos egresados de las licenciaturas de física, química e ingeniería y el contenido del curso.

Índice temático

	Tema	Horas semestre

		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	La molécula diatómica	8	0
3	Sistemas finitos e infinitos	12	0
4	Sistemas bidimensionales y tridimensionales	12	0
5	Brechas de energía	8	0
6	Enlace s-p: el caso del silicio	6	0
7	Teoría del electrón libre	10	0
8	Propiedades de los metales dentro de la aproximación del electrón libre	12	0
9	Metales de transición	12	0
10	Introducción a la teoría cuantitativa moderna	4	0
11	Más allá de la teoría de bandas: Tratamiento informativo de temas actuales (NOTA: Este capítulo no debe incluirse en el examen final de la actividad académica ni en el examen disciplinario.)	4	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Revisión de algunos conceptos matemáticos asociados a la Mecánica Cuántica: bras y kets 1.2. El átomo de hidrógeno 1.3. Metales, semiconductores y aislantes
2	La molécula diatómica 2.1. La molécula diatómica homonuclear: la molécula de hidrógeno 2.2. La molécula diatómica heteronuclear 2.3. Electronegatividad 2.4. Energía de enlace y orden de enlace
3	Sistemas finitos e infinitos 3.1. Cadenas moleculares y el espacio k 3.2. Orden de enlace en un sistema infinito 3.3. Densidad de estados local y total 3.4. Bandas de energía y energía de enlace 3.5. El teorema de los momentos 3.6. La aleación binaria
4	Sistemas bidimensionales y tridimensionales 4.1. El sólido visto como una molécula gigante 4.2. La red cuadrada 4.3. La red cúbica 4.4. Las zonas de Brillouin para las redes fcc y bcc 4.5. La ecuación de movimiento para un electrón bajo la presencia de un campo externo 4.6. El concepto de hueco

	4.7. La superficie de Fermi 4.8. La densidad de estados en cristales bidimensionales y tridimensionales 4.9. La matriz de densidad, orden de enlace y la energía de enlace 4.10. El teorema de los momentos aplicado a los cristales bidimensionales y tridimensionales
5	Brechas de energía 5.1. La cadena infinita con dos estados s por átomo 5.2. Brechas de energía en una cadena lineal de una aleación binaria 5.3. Distorsiones de Peierls 5.4. Metales, aislantes y el enlace metálico
6	Enlace s-p: el caso del silicio 6.1. Enlace s-p entre dos átomos de silicio 6.2. Dependencia angular de las integrales de saltos asociados a los enlaces s-p y p-p 6.3. Híbridos sp 6.4. Modelos simples de la estructura electrónica del silicio con coordinación tetraédrica 6.5. Estructura de bandas del silicio empleando una base atómica mínima 6.6. Orden de enlace y energía de enlace en el silicio empleando una base atómica mínima
7	Teoría del electrón libre 7.1. Aproximación del electrón libre 7.2. Electrones dentro de una caja 7.3. Densidad de estados 7.4. Bandas de energía en las aproximaciones del electrón libre y calculadas a partir de la combinación lineal de orbitales atómicos 7.5. Modelo del electrón casi libre 7.6. Pseudopotenciales 7.7. Apantallamiento 7.8. Correlación e intercambio
8	Propiedades de los metales dentro de la aproximación del electrón libre 8.1. Estadística de Fermi-Dirac 8.2. Potencial de contacto 8.3. Calor específico electrónico 8.4. Conductividad eléctrica 8.5. Conductividad térmica 8.6. La ley de Wiedeman-Franz 8.7. Efecto Hall 8.8. Energía de cohesión en metales simples 8.9. Diferencias energéticas estructurales
9	Metales de transición 9.1. El modelo de Friedel 9.2. Potenciales de Finnis-Sinclair 9.3. Enlaces d-d 9.4. Estructura cristalina en la familia de los metales de transición 9.5. Enlace en las aleaciones metálicas
10	Introducción a la teoría cuantitativa moderna 10.1. La aproximación de Born-Oppenheimer

	10.2. Bosquejo de la teoría de la funcional de densidad 10.3. Algunas aplicaciones
11	Más allá de la teoría de bandas: Tratamiento informativo de temas actuales (NOTA: Este capítulo no debe incluirse en el examen final de la actividad académica ni en el examen disciplinario.) 11.1. Electrones en materiales no cristalinos 11.2. La brecha energética en el silicio amorfo 11.3. Localización electrónica 11.4. Polarones 11.5. Localización de Anderson 11.6. Transición metal-aislante 11.7. Superconductividad 11.8. Magnetismo 11.9. Cuasicristales

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Ashcroft N.W. and Mermin N.D., Solid State Physics, Holt-Saunders International Editions, 1975.
2. Harrison W.A., Electronic Structure and the Properties of Solids, Dover Publications, 1989.
3. Ibach H. and Lüth H., Solid State Physics, 3th. edition, Springer Verlag, 1993
4. Sutton A.P., Electronic Structure of Materials, 1st. Edition, Oxford Science Pub., 1994.

Bibliografía complementaria:

1. Kittel C., Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, 6th. edition, 1986.
2. Mckelvey J.P., Física del Estado Sólido y de Semiconductores, Editorial Limusa, 1980.
3. Ziman J. M., Principles of the Theory of Solids, Cambridge University Press, 2nd. Edition, 1972.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Mecánica de Medios Continuos**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los fundamentos que le permitirán trabajar en el área de Mecánica Aplicada y Materiales Complejos, adquiriendo de manera unificada la teoría que describe el comportamiento de fluidos y sólidos.
Conocerá las bases matemáticas necesarias para desarrollar la teoría de medios continuos, además de los conceptos de cinemática y dinámica de un medio continuo, así como algunas ecuaciones constitutivas para sólidos y fluidos.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Antecedentes matemáticos [Bibliografía 3, 4 y 5]	16	0
2	Cinemática del medio continuo [Bibliografía 2, 6]	16	0

3	Dinámica del medio continuo [Bibliografía 2 Cap. 3; Bibliografía 6, Cap. 1,]	12	0
4	Ecuaciones constitutivas [Bibliografía 7, Caps. 4 y 5; Bibliografía 10 Cap. 6]	10	0
5	Elasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 6; Bibliografía 5, Cap. 9;]	14	0
6	Análisis lineal de mecánica de fluidos [Bibliografía 2, Cap.7; Bibliografía 5, Cap. 10; Bibliografía 8, Caps. 4 y 7]	14	0
7	Viscoelasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 9; Bibliografía 7, Cap. 5; Bibliografía 9, Caps. 1 y 2]	14	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Antecedentes matemáticos [Bibliografía 3, 4 y 5] 1.1. Transformaciones lineales de coordenadas 1.2. Notación indicial 1.3. Transformaciones generales de coordenadas 1.4. Teorema Espectral, de Cayley-Hamilton y Descomposición Polar 1.5. Tensor Métrico Fundamental, derivadas covariantes y símbolos de Christoffel 1.6. Gradiente, divergencia, rotacional y el operador *v* □ □ 1.7. El tensor de Riemann y las identidades de Bianchi 1.8 Interpretación física de vectores y tensores
2	Cinemática del medio continuo [Bibliografía 2, 6] 2.1. Definición de un medio continuo [Bibliografía 5, páginas 1 y 2] 2.2. Mapeos y representaciones de medios continuos 2.3. Descripción de Euler y descripción de Lagrange 2.4. El tensor de deformación de un medio contínuo 2.5. Dilataciones y deformaciones puras 2.6. El tensor de rapidez de deformación 2.7. Teorema de Reynolds 2.8. La ecuación de balance de masa
3	Dinámica del medio continuo [Bibliografía 2 Cap. 3; Bibliografía 6, Cap. 1,] 3.1. Las fuerzas de cuerpo y las fuerzas de superficie 3.2. El tensor de esfuerzos 3.3. Ejes principales y círculo de Mohr 3.4. Las ecuaciones de balance de momento lineal 3.5. Simetría del tensor de esfuerzos. 3.6. Ecuación de balance de momento angular
4	Ecuaciones constitutivas [Bibliografía 7, Caps. 4 y 5; Bibliografía 10 Cap. 6] 4.1. Desigualdad de Clasius-Duhem. Axiomas constitutivos 4.2. Sólido elástico 4.3. Sólido elasto-plástico 4.4. Fluidos ideales 4.5. Fluidos newtonianos

	4.6. Fluidos no newtonianos y sólidos no hookeanos 4.7. Otros materiales: Materiales ortotrópicos y triclínicos
5	Elasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 6; Bibliografía 5, Cap. 9;] 5.1. Ley de Hooke 5.2. Elasticidad lineal 5.3. Elasticidad plana 5.4. Torsión
6	Análisis lineal de mecánica de fluidos [Bibliografía 2, Cap.7; Bibliografía 5, Cap. 10; Bibliografía 8, Caps. 4 y 7] 6.1. Tensor de esfuerzos viscosos 6.2. Ecuación de Navier-Stokes 6.3. Soluciones exactas y aproximadas de la ecuación de Navier-Stokes
7	Viscoelasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 9; Bibliografía 7, Cap. 5; Bibliografía 9, Caps. 1 y 2] 7.1. Ecuaciones constitutivas y sus propiedades 7.2. Modelos simples

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Atanackovic T. M., Guran A, *Theory of Elasticity for Scientists and Engineers*, Birkhäuser, Boston, 2000.
2. Bird, Armstrong, Hassager, *Dynamics of Polymeric Fluids I: Fluid Mechanics*, Chandrasekharaiah D.S. and Debnath L., *Continuum Mechanics*, Academic Press, Boston, 1994.
3. Christiensen M., *Theory of Viscoelasticity*, Academic Press, 1971
4. Chung T. J., *Applied Continuum Mechanics*, Cambrige UK, 1996.
5. Mase G.E. and Mase G.T., *Continuum Mechanics for Engineers*, CRC Press, Boca Raton, 1992.

6. Narasimhan M., *Principles of Continuum Mechanics*, John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 1993.
7. Simmonds J. G., *A Brief Tensor Analysis*, 2nd edition, Springer-Verlag, 1994.
8. Sokolnikoff J. S., *Análisis Tensorial*, Ed. Limusa, 1982.

Bibliografía complementaria:

1. Eringen C.A., *Mechanics of Continua*, Krieger Publishing, Malabar, 1980.
2. Eringen A.C. and Maugin G.A., *Electrodynamics of Continua I: Foundations and Solid Mechanics*, Springer-Verlag, N.Y., 1990.
3. Fung Y.C. , *A First Course in Continuum Mechanics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1969.
4. Gurtin M.E., *An Introduction to Continuum Mechanics*, Academic Press, 1981.
5. Hunter S.C., *Mechanics of Continuous Media*, John Wiley & Sons, N.Y., 1983.
6. Spencer A.J.M., *Continuum Mechanics*, John Wiley & Sons, N.Y., 1980.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA

E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Propiedades Mecánicas de Materiales**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los fundamentos de la física del comportamiento mecánico de los materiales, así como los mecanismos de las fallas mecánicas de los materiales y las características mecánicas distintivas de cada tipo de material.
Adquirirá conocimientos sólidos sobre propiedades mecánicas y microestructura y aprenderá a relacionar el comportamiento mecánico macroscópico con la microestructura de los materiales.
El alumno deberá contar con los conocimientos de los temas de la actividad académica introductoria del Posgrado "Fundamentos de Matemáticas para Materiales" y de un curso elemental de física moderna al nivel de licenciatura.

Índice temático

	Tema	Horas semestre

		Teóricas	Prácticas
1	Átomos, moléculas y estructuras cristalinas [Z. D. Jastrzebski; R.E. Reed-Hill]	6	0
2	Comportamiento Mecánico [Dieter G. E.; Ashby M.F.]	6	0
3	Defectos en sólidos [Dieter G.E., Cap. 5; Nabarro F.R.N., Cap. 2; Hirth J.P., Lothe J., Cap. 3]	12	0
4	Diagramas de fase [Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister]	12	0
5	Deformación y re-cristalización [W.D. Callister; M.F. Ashby]	12	0
6	Fractura [Dieter G.E., Cap. 7; Ashby M.F. and Jones D.R.H.]	3	0
7	Tratamientos superficiales [S.H. Avner]	3	0
8	Super-plasticidad y Anelasticidad [Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister; Padmanabhan K.A]	6	0
9	Propiedades mecánicas de Cerámicos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.]	12	0
10	Materiales compuestos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.]	6	0
11	Propiedades Mecánicas de Polímeros [Ashby M.F. and Jones D.R.H., y Young R.J. Ward y Hadley]	12	0
12	Mecánica del medio Continuo [F.P. Beer]	6	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Átomos, moléculas y estructuras cristalinas [Z. D. Jastrzebski; R.E. Reed-Hill] 1.1 El átomo de Bohr 1.2 Ecuación de Schrödinger 1.3 Enlaces atómicos 1.4 Ángulos de enlace 1.5 Enlace de Van der Waals 1.6 Redes de Bravais 1.7 Sistemas cristalinos 1.8 Índices de Miller 1.9 Métodos para determinar la estructura cristalina.
2	Comportamiento Mecánico [Dieter G. E.; Ashby M.F.] 2.1 Las pruebas de tensión y compresión 2.2 La prueba de dureza 2.3 La prueba de Impacto 2.4 La prueba de fatiga 2.5 La prueba de termo-fluencia. 2.6 Bases atómicas del comportamiento elástico

3	Defectos en sólidos [Dieter G.E., Cap. 5; Nabarro F.R.N., Cap. 2; Hirth J.P., Lothe J., Cap. 3] 3.1 Introducción 3.2 Teoría elástica de las dislocaciones; Caso general, dislocación de tornillo y de borde 3.3 Teoría elástica de defectos puntuales 3.4 Interacción entre dislocaciones rectilíneas 3.5 Interacción entre dislocación y esfuerzo aplicado 3.6 Interacción entre dislocación y defectos puntual 3.7 Tensión de línea 3.8 Fuerzas imágenes 3.9 Dislocaciones parciales
4	Diagramas de fase [Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister] 4.1 Nucleación homogénea 4.2 Nucleación hetereogénea. 4.1 Diagramas de una sola componente, alotropía. 4.2 Diagramas binarios. 4.3 Reglas de Hume Rothery 4.3 Regla de la palanca 4.4 Regla de las fases de Gibbs. 4.3 Diagramas ternarios
5	Deformación y re-cristalización [W.D. Callister; M.F. Ashby] 5.1 Planos y direcciones de deslizamiento 5.2 Ley de Schmid 5.3 El papel de las fronteras de grano en la deformación plástica. 5.4 Endurecimiento por deformación en frio. 5.5 Recuperación por re-cristalización. 5.6 Endurecimiento por aleación. 5.7 Endurecimiento por precipitación 5.8 Endurecimiento por difusión 5.9 Transformación Martensítica. 5.10 Transformación Martensítica en aceros. 5.11 Templabilidad de los aceros 5.12 Hierros de fundición.

6	Fractura [Dieter G.E., Cap. 7; Ashby M.F. and Jones D.R.H.] 6.1 Esfuerzo teórico para producir fractura 6.2 Teoría de Griffith 6.3 Tipos de fractura. 6.4 Teorías sobre la iniciación de grietas. 6.5 Transición frágil-ductil. 6.6 Fractura por fatiga. 6.7 Aplicaciones. Consideración de la falla por fractura en el diseño de equipo
7	Tratamientos superficiales [S.H. Avner] 7.1 Mecanismos de difusión. 7.2 Leyes de Fick y sus aplicaciones. 7.3 Cementación 7.4 Nitruración 7.5 Carbo-nitruración 7.6 Granallado y apisonado superficial 7.7 Acabados superficiales.
8	Super-plasticidad y Anelasticidad [Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister; Padmanabhan K.A] 8.1 Dependencia del esfuerzo y la deformación con la rapidez de deformación. 8.2 Dependencia de la rapidez de deformación con el tamaño de grano. 8.3 Mecanismos propuestos para explicar la super-plasticidad. 8.4 Métodos para obtener materiales con propiedades super-plásticas. 8.5 Aplicaciones. 8.6 Comportamiento visco-elástico de materiales 8.7 Efecto termo-elástico 8.8 Capacidad de amortiguamiento (Fricción interna) 8.9 Modulo elástico complejo 8.10 Aplicaciones.
9	Propiedades mecánicas de Cerámicos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.] 9.1 Fractura frágil de los cerámicos 9.2 Comportamiento elástico 9.3 Cerámicas cristalinas y no cristalinas 9.4 Influencia de la porosidad 9.5 Dureza 9.6 Termofluencia 9.7 Vidrios, transición vítrea
10	Materiales compuestos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.] 10.1 Tipos de materiales compuestos 10.2 Compuestos reforzados con partículas 10.3 Compuestos reforzados con fibras 10.4 Requerimientos para la matriz 10.5 Refuerzos

11	Propiedades Mecánicas de Polímeros [Ashby M.F. and Jones D.R.H., y Young R.J. Ward y Hadley] 11.1. Tipos de polímeros 11.2 Comportamiento mecánico 11.3 Mecanismos de deformación de polímeros semicristalinos 11.4 Polímeros termoplásticos y termofijos 11.5 Viscoelasticidad.- Módulo de relajación 11.6 Termofluencia viscoelástica 11.7 Elastómeros 11.8 Resistencia al impacto, fatiga, resistencia al desgarre 11.9 Aditivos 11.10 Aplicaciones
12	Mecánica del medio Continuo [F.P. Beer] 12.1 Ley de Hooke generalizada 12.2 Ley de Hooke para materiales isótropos 12.3 Relaciones entre módulo elástico normal, módulo de corte y módulo de compresibilidad para sólidos isótropos. 12.4 Circulo de Mohr para dos y tres dimensiones. 12.5 Criterio de la energía de distorsión de Von Mises y de Tresca.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Ashby M.F. and Jones D.R.H., *Engineering Materials 1 & 2*, Pergamon Press, Oxford, 1980.
2. Dieter G.E., *Mechanical Metallurgy*, 4rd Edition, McGraw-Hill, 1995.
3. Ferdinand P. Beer and E. Russell., *Mechanics of Materials.* McGraw Hill, 1996

4. Hirth J.P., Lothe J., *Theory of Dislocations*, McGraw-Hill Book, N.Y., 1968.
5. Nabarro F.R.N., *Theory of Crystal Dislocation*, Clarendon Press, Oxford, 1967.
6. Young R.J., *Introduction to Polymers*, 2nd. Edition, Chapman and Hall, London, 1991.
7. Ward, I. M., Hadley D.W., *Mechanical Properties of Solid Polimers*, Macmillan,

Bibliografía complementaria:

1. Felbeck D.K. and Atkins A.G., *Strength and Fracture of Engineering Solids*, 2nd. Edition, Prentice Hall Engineering, *Science & Math*., 1996.
2. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., *Physical Metallurgy Principles*, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994.
3. R.W. Cahn and P. Haasen., *Physical Metallurgy*. North-Hllaand Physiscs Publishing.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Termodinámica de los Materiales**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno obtendrá las herramientas de la termodinámica para solucionar los problemas que se presentan en las aplicaciones modernas de la ciencia de los materiales, utilizando el método propuesto por Herbert B. Callen (Callen 1960, 1985). Es te método introduce la termodinámica declarando cuatro postulados concisos que facilitan la comprensión del formalismo general de la misma en poco tiempo.

Los temas marcados con asterisco se consideran opcionales, son relevantes y/o complementarios.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos básicos y postulados (Callen 1960, cap.1; Sychev 1973, Caps.1, 3,4 y 6)	12	0

2	Estructura formal de la termodinámica (Callen 1985, Caps. 1-4; Sychev 1973, Caps. 3 y 4)	14	0
3	Aplicaciones a sistemas eléctricos y magnéticos (Sychev 1973, Caps. 3 y 4; Callen 1960, cap. 14; Enss y Hunklinger 2005, Cap. 11; Tishin y Spichkin 2003, Cap. 2; Ibach y Lüth 2009, cap. 8)	12	0
4	Estabilidad y transiciones de fase en sistemas monocomponente (Callen 1985, Caps. 4–8; DeHoff 2006, Caps. 5 y 7; Tester y Modell 1996, Caps. 6 y 7; Sychev 1983, Cap. 7)	12	0
5	Termodinámica de las soluciones (Callen 1985, Cap. 13; DeHoff 2006, Caps. 6, 7 y 8; Lupis 1983, Caps. IV y VI)	12	0
6	Diagramas de fases de sistemas multicomponentes (DeHoff 2006, Caps. 9 y 10; Lupis 1983, Cap. VII)	10	0
7	Equilibrios de las reacciones químicas (Callen 1985, Caps. 8 y 13; Keszei 2012, Cap. 8; DeHoff 2006, Cap. 11; Lupis 1983, Cap. V).	10	0
8	Fenómenos de superficie (DeHoff 2006, Caps. 12 y 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Caps. 15-17)	7	0
9	Defectos en cristales (DeHoff 2006, Cap. 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Cap. 19)	7	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Conceptos básicos y postulados (Callen 1960, cap.1; Sychev 1973, Caps.1, 3,4 y 6) 1.1. Los sistemas termodinámicos y sus restricciones. 1.2. Trabajo en termodinámica. 1.2.1. Trabajo de expansión. 1.2.2. Trabajo sobre una superficie. 1.2.3. Coordenada generalizada y fuerza conjugada en interacciones eléctricas. 1.2.4. Coordenada generalizada y fuerza conjugada en interacciones magnéticas. 1.2.5. Generalización del concepto de trabajo en termodinámica. 1.3. Definición operacional de energía interna y calor. 1.4. Equilibrio termodinámico y primer postulado. 1.5. El problema fundamental de la termodinámica. 1.6. Los postulados de máxima entropía.

2	Estructura formal de la termodinámica (Callen 1985, Caps. 1-4; Sychev 1973, Caps. 3 y 4) 2.1. La ecuación de Euler. 2.2. Parámetros intensivos y ecuaciones de estado. 2.3. Ecuación de Gibbs-Duhem. 2.4. Formulaciones alternativas. 2.4.1. Potenciales termodinámicos. 2.4.2. Funciones de Massieu* 2.5. Definición de algunas segundas derivadas. 2.6. Relaciones de Maxwell. 2.7. Reducción de derivadas. 2.8. Consecuencias de los postulados 3 y 4 en el comportamiento de las segundas derivadas alrededor del cero absoluto.
3	Aplicaciones a sistemas eléctricos y magnéticos (Sychev 1973, Caps. 3 y 4; Callen 1960, cap. 14; Enss y Hunklinger 2005, Cap. 11; Tishin y Spichkin 2003, Cap. 2; Ibach y Lüth 2009, cap. 8) 3.1. Descripción general de los materiales eléctricos y magnéticos. 3.2. Energías libres de sistemas eléctricos y magnéticos y relaciones de Maxwell. 3.3. Calores específicos. 3.4. Susceptibilidad Magnética. Materiales diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos. 3.5. Curvas de magnetización. 3.6. Ecuaciones de estado magnéticas. 3.7. Efecto magnetocalórico. 3.8. Ciclos de trabajo en sistemas eléctricos y magnéticos. 3.9. Ciclos de enfriamiento y refrigeración criogénica. 3.10. El diamagnetismo perfecto y el estado superconductor. 3.11. La inaccesibilidad del cero absoluto*
4	Estabilidad y transiciones de fase en sistemas monocomponente (Callen 1985, Caps. 4–8; DeHoff 2006, Caps. 5 y 7; Tester y Modell 1996, Caps. 6 y 7; Sychev 1983, Cap. 7) 4.1. Condiciones de estabilidad. 4.1.1. Algunas consecuencias de los criterios de estabilidad. 4.2. Transiciones de primer y segundo orden. 4.2.1. Diagramas de fases de substancias puras. Ecuación de van der Walls. 4.3. Ecuación de Clapeyron y sus análogas. 4.4. Regla de fases de Gibbs. 4.5. Nucleación y crecimiento en transiciones de fase* 4.6. Puntos triples.

	4.7. Diagramas de sistemas unitarios heterogéneos. 4.8. Superconductores de tipo I 4.8.1. La transición superconductora en ausencia de campo magnético. 4.8.2. La transición superconductora en presencia de un campo magnético. 4.9. Superconductores de tipo II. 4.10. Transiciones de orden. 4.10.1. Ordenamiento ferromagnético. 4.10.2. Ordenamiento ferrimagnético. Temperatura de Curie y la susceptibilidad de los ferrimagnetos. 4.10.3. Ordenamiento antiferromagnético. Susceptibilidad por debajo de la Temperatura de Neél.
5	Termodinámica de las soluciones (Callen 1985, Cap. 13; DeHoff 2006, Caps. 6, 7 y 8; Lupis 1983, Caps. IV y VI) 5.1. Ley de estados correspondientes* 5.2. Métodos de expansión de Virial* 5.3. Potenciales químicos de sistema monocomponentes* 5.4. Mezclas de gases ideales. 5.5. Potenciales químicos de mezclas de gases reales. 5.6. Soluciones ideales de gases reales. 5.7. Soluciones sólidas y líquidas. 5.7.1. Soluciones ideales en general. 5.8. Soluciones reales. 5.8.1. Magnitudes termodinámicas en exceso. 5.9. Leyes de Henry y de Raoult. 5.10. Aplicación de la ecuación de Gibbs-Duhem 5.11. Soluciones regulares.
6	Diagramas de fases de sistemas multicomponentes (DeHoff 2006, Caps. 9 y 10; Lupis 1983, Cap. VII) 6.1. Puntos eutécticos, peritécticos. 6.2. Descomposiciones espinodales y eutectoides. 6.3. Diagramas de sistemas ternarios y cuaternarios* 6.4. Puntos peritectoides, cuasiperitécticos* 6.5. Diagramas de fases de compuestos: cerámicos. 6.6. Transiciones martensíticas, de orden-desorden, vítreas. 6.7. Superconductores cerámicos*

7	Equilibrios de las reacciones químicas (Callen 1985, Caps. 8 y 13; Keszei 2012, Cap. 8; DeHoff 2006, Cap. 11; Lupis 1983, Cap. V) 7.1. Componentes independientes y regla de las fases de Gibbs. 7.2. Coordenada generalizada y fuerza conjugada en reacciones químicas. 7.3. Condición de equilibrio químico a presión y temperatura constantes. 7.4. Equilibrios de reacción heterogénea de componentes inmiscibles. 7.5. Cambio de entropía en una reacción química como consecuencia de los postulados 3 y 4. 7.6. Cálculo de la constante de equilibrio a partir de datos termodinámicos. 7.7. Calor de reacción o formación. 7.8. El principio de Le Chätelier-Braun generalizado. 7.9. Diagramas Ellingham y de predominio de especies de Porbaix
8	Fenómenos de superficie (DeHoff 2006, Caps. 12 y 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Caps. 15-17) 8.1. Efectos de curvatura sobre equilibrio de fases 8.2. La formas de equilibrio de cristales 8.3. Gráficas de Wulff y ecuación de Laplace. 8.4. Adsorción e isoterma de Langmuir
9	Defectos en cristales (DeHoff 2006, Cap. 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Cap. 19) 9.1. Defectos puntuales, intersticiales, divacancias 9.2. Defectos tipo Frenkel, Schottky y combinados 9.3. Cristales no-estequiométricos* 9.4. Materiales amorfos, vidrios, con impurezas*

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Callen, Herbert B. (1960). *Thermodynamics: An Introduction to the Physical Theories of Equilibrium Thermostatics and Irreversible Thermodynamics*. New York: J. Wiley. (1985). *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*. John Wiley & Sons.
2. DeHoff, Robert (2006). *Thermodynamics in Materials Science*. Taylor & Francis.
3. Enss, Christian y Siegfried Hunklinger (2005). *Low-Temperature Physics*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
4. Ibach, Harald y Hans Lüth (2009). *Solid–state physics : an introduction to principles of materials science*.4th Edition. Physics and astronomy online library. Springer.
5. Keszei, Ernö (2012). *Chemical Thermodynamics: An Introduction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
6. Lupis, C. H. P. (1983). *Chemical thermodynamics of materials*. North-Holland.
7. Sychev, Viacheslav Vladimirovich (1973). *Complex Thermodynamic Systems*.1th Edition. Studies in Soviet Science. Springer US.
   (1983). *The Differential Equations of Thermodynamics*. Moscow: MIR.
8. Tester, Jefferson W. y Michael Modell (1996). *Thermodynamics and Its Applications*.3rd edition. Prentice Hall International Series in the Physical chemical engineering Science. Prentice Hall PTR.
9. Tishin, A. M. e Y. I. Spichkin (2003). *The Magnetocaloric Effect and its Applications*. Series in Condensed Matter Physics. CRC Press.

Bibliografía complementaria:

1. Aleksishivili, M. y S. Sidamonidze (2002). *Problems in Chemical Thermodynamics with Solutions*. Singapore: World Sci. Press.
2. Bard, A. J. y M. Stratmann (2002). *Encyclopedia of Electrochemistry*. En: ed. por E. Gilaedi y M. Urbakh. Vol. 1. Weinheim, Germany: Wiley-VCH. Cap. Thermodynamics of electrified interfaces.
3. Carmona, Gerardo (2000). *Fenómenos Críticos y el Grupo de Renormalización*. Facultad de Ciencias, UNAM.
4. David, Chandler (1987). *Introduction to Modern Statistical Mechanics*. UK: Oxford University Press.
5. Devereux, O. F. (1993). *Topics in Metallurgical Thermodynamics*. New York: J. Wiley.
6. Doremus, R. H. (1985). *Rates of Phase Transformations*. San Diego, CA, USA: Academic Press.
7. Gareth, Price (1998). *Thermodynamics of Chemical Processes*. Oxford: Oxford University Press.
8. Glazov, V. M. y L. M. Pavlova (1989). *Semiconductor & Metal Binary Systems*: Phase *Equilibria and Chemical Thermodynamics*. New York: Consultant Bureau.
9. Hudson, J. (1996a). *Thermodynamics of Materials*. Vol. 1. John Wiley & Sons.

(1996b). *Thermodynamics of Materials*. Vol. 2. John Wiley & Sons.

10. Kittel, Charles (2005). *Introduction to Solid State Physics*.8th Edition. Wiley.
11. Klotz, I. M. y R. M. Rosenberg (1994). *Chemical Thermodynamics. Basic Theory and Methods.* 5th Edition. New York: John Wiley & Sons.

12. Plischke, M. y B. Bergersen (1994). *Equilibrium Statistical Physics*.2nd Edition. World Scientific.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Biomateriales**				
Clave -	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno:

1) Obtendrá los conocimientos básicos para entender el comportamiento y desempeño de los diferentes materiales en un entorno biológico.
2) Reconocerá con precisión las características y propiedades de los diferentes materiales (metálicos, cerámicos, poliméricos e híbridos) para su eventual aplicación en medicina.
3) Conocerá las interacciones de los diferentes materiales con entidades biológicas (células, proteínas, sangre, hueso, etc.).

4) Conocerá los ensayos utilizados para evaluar el desempeño de un material en un entorno biológico (ensayos in vitro e in vivo), así como los mecanismos de degradación del mismo.
5) Conocerá las principales aplicaciones de los biomateriales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Materiales para aplicaciones biomédicas	24	0
2	Conceptos básicos en el uso de biomateriales en dispositivos médicos	18	0
3	Pruebas biológicas de biomateriales	12	0
4	Respuesta biológica a los biomateriales	18	0
5	Degradación de biomateriales en ambientes biológicos	12	0
6	Aplicaciones de biomateriales	12	0
	Total	96	0
	Suma total de horas		

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	Materiales para aplicaciones biomédicas 1.1 Clases y propiedades de materiales usados en Medicina: Metálicos, Cerámicos, Poliméricos (naturales y sintéticos) y Compuestos/Híbridos 1.2 Definiciones importantes. Material biomédico, biomaterial y material biológicos, biocompatibilidad
2	Conceptos básicos en el uso de biomateriales en dispositivos médicos 2.1 Propiedades superficiales de biomateriales (adsorción de proteínas y células) 2.2 Interacción de proteínas con biomateriales 2.3 Interacción de células con biomateriales 2.4 Interacción de sangre con biomateriales 2.5 Células madre: conceptos básicos
3	Pruebas biológicas de biomateriales 3.1 Evaluación de biocompatibilidad 3.2 Ensayos in vitro 3.3 Ensayos in vivo
4	Respuesta biológica a los biomateriales 4.1 Inflamación, reparación y respuesta a cuerpos extraños 4.2 Toxicidad e hipersensibilidad

	4.3 Corrosión. Minimización de toxicidad de implantes metálicos 4.4 Infección, tumorigénesis y calcificación de biomateriales
5	Degradación de biomateriales en ambientes biológicos 5.1 Degradación de metales y cerámicos 5.2 Degradación de polímeros 5.3 Materiales biodegradables. Definiciones, mecanismos de degradación y factores que influyen en la rapidez de degradación 5.4 Técnicas: Ensayos de grado de degradación
6	Aplicaciones de biomateriales 6.1 Dispositivos médicos cardiovasculares 6.2 Células artificiales 6.3 Aplicaciones ortopédicas 6.4 Implantes dentales 6.5 Adhesivos 6.6 Aplicaciones oftalmológicas 6.7 Prótesis 6.8 Biosensores médicos 6.9 Sustitutos de piel 6.10 Suturas 6.11 Sistemas de liberación de fármacos 6.12 Diagnóstico 6.13 Aplicaciones médicas del silicón

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición	X	Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo	X	Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	X
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Biomateriales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales

Otra característica	-

Bibliografía básica:

1. B. D. Ratner et al. Biomaterials Science. An Introduction to Materials in Medicine. 2013.
2. J.S. Temenoff & A.G. Mikos. Biomaterials. The intersection of Biology and Materials Science. 2008.
3. Q. Chen & G. Thouas. Biomaterials. A basic Introduction. 2015.

Bibliografía complementaria:

1. Biomaterials. Principles and applications. Edited by Joon B. Park and Joseph D. Bronzino.
2. Biomaterials Degradation. Edited by M.A. Barbosa; 3) Polymeric Biomaterials. Edited by Severian Dumitriu.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Matemáticas Aplicadas a Materiales**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá métodos analíticos para la formulación y solución de ecuaciones diferenciales. Las ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como parciales, se utilizan para modelar el comportamiento de la gran mayoría de los materiales. Los métodos y técnicas comprenden expansiones en series de eigenfunciones, transformadas y métodos aproximados. Además de las técnicas analíticas, se hará uso de paquetes de software simbólico, para encontrar soluciones numéricas.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Ecuaciones diferenciales	24	0
2	Ecuaciones diferenciales parciales	24	0

3	Transformaciones y funciones de green	24	0
4	Ecuaciones diferenciales no-lineales	24	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Ecuaciones diferenciales 1.1. Motivación 1.1.1. Importancia de las ecuaciones diferenciales para el modelado de materiales 1.2. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias 1.2.1. Repaso de algunos métodos de solución para ecuaciones de primer y segundo orden 1.2.2. Sistemas homogéneos y no-homogéneos 1.2.3. Elementos de estabilidad, Espacio fase y puntos críticos de sistemas lineales 1.2.4. Soluciones aproximadas y numéricas 1.3. Ecuaciones Diferenciales Parciales 1.3.1. Algunas ecuaciones en la ciencia de materiales 1.3.2. Sistemas de una, dos y tres dimensiones 1.3.3. Clasificación de las ecuaciones, formas canónicas 1.3.4. Ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas 1.3.5. Introducción a algunos métodos de solución 1.4. Problemas de valores de frontera 1.4.1. Sistemas de ecuaciones de Sturm-Liouville 1.4.2. Condiciones de frontera de Dirichlet y Neumann
2	Ecuaciones diferenciales parciales 2.1 Ortogonalidad de funciones 2.2 Expansión en eigen-funciones 2.3 Separación de variables 2.4 Sistemas coordenados: cartesiano, cilíndrico, esférico 2.5 Funciones especiales: Bessel, armónicos esféricos, polinomiales y otras 2.6 Métodos numéricos 2.7 Aplicaciones en la ciencia de materiales
3	Transformaciones y funciones de green 3.1 Solución de ecuaciones diferenciales con la transformada de Laplace 3.2 Solución de ecuaciones diferenciales con la transformada de Fourier 3.3 Funciones de Green 3.4 Aplicaciones en la ciencia de materiales
4	ECUACIONES DIFERENCIALES NO-LINEALES 4.1 Sistemas dinámicos 4.2 Mapas de Poincaré o bifurcaciones en sistemas dinámicos 4.3 Caos 4.4 Aplicaciones en la ciencia de materiales

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Spiegel M.R., *Ecuaciones Diferenciales Aplicadas*, Prentice-Hall, 1985.
2. Greenberg M.D., *Foundations of Applied Mathematics*, Prentice-Hall, 1978.
3. Churchill R.V., Brown J.V., *Fourier Series and Boundary Value Problems*, McgGraw-Hill, 1993.
4. Zill D.G., Cullen M.R., *Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera*, Cengage Learning, 2009.

Bibliografía complementaria:

1. Kreyszig, E., *Advanced Engineering Mathematics*, Wiley 2006.
2. Strogatz S.H., *Nonlinear dynamics and Chaos, with applications to physics, biology, chemistry and engineering*, Addison-Wesley Publishing Company, 1994.
3. Arfken G. and Weber H., *Mathematical Methods for Physicists*, 5th. Ed., Harcourt/Academic Press, SD, 2001.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Fisicoquímica de superficies**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( )Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno:

1) Conocerá a nivel microscópico sobre las propiedades físicas y químicas en sistemas discontinuos entre fases y relacionará estas propiedades con el comportamiento macroscópico de un material.
2) Entenderá los métodos analíticos para medir parámetros texturales como forma y tamaño de poro, densidad de grupos funcionales superficiales, entre otros.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Modelo de una superficie	8	0
2	Descripción fenomenológica de interfaces	10	0
3	Interfaces sólido-líquido	18	0
4	Equilibrio en películas superficiales	10	0
5	Fenómeno de adsorción	10	0
6	Adsorción de gas-sólido	10	0
7	Cinética química en reacciones sólido-gas	10	0
8	Reactividad en superficies	10	0
9	Tópicos actuales	10	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

	Contenido Temático
	Tema y subtemas
1	Modelo de una superficie 1.1 Energía y entropía de superficie 1.2 Modelo de superficie de Gibbs
2	Descripción fenomenológica de interfaces 2.1 Tensión superficial. 2.2 Variación de la tensión superficial con la temperatura. 2.3 Ascenso capilar. 2.4 Ángulo de contacto y mojado. 2.5 Métodos experimentales para determinar tensión superficial, tensión interfacial y ángulo de contacto.
3	Interfaces sólido-líquido 3.1 Sistemas coloidales. 3.2 Fenómenos de intercambio iónico, absorción, catálisis.
4	Equilibrio en películas superficiales 4.1 Afinidades de adsorción. 4.2 Condiciones para equilibrio de adsorción. 4.3 Tipos de superficie.
5	Fenómeno de adsorción 5.1 Ecuación de adsorción de Gibbs. 5.2 Adsorción relativa 5.3 Soluciones binarias 5.4 Actividad superficial.
6	Adsorción de gas-sólido 6.1 Fuerzas de van der Waals, interacciones dipolo permanente-dipolo permanente, gradiente de campo-cuadrupolo, etc. 6.2 Isotermas de adsorción. 6.3 Modelo de mono y multicapa. 6.4 Parámetros de área superficial, diámetro y forma de poro. 6.5 Adsorción competitiva y coadsorción.

7	Cinética química en reacciones sólido-gas 7.1 Adsorción disociativa. 7.2 Calor de adsorción. 7.3 Cinética química en catálisis sólido-gas 7.4 Influencia de la temperatura y catalizador.
8	Reactividad en superficies 8.1 Teoría del estado de transición 8.2 Selectividad 8.3 Mecanismos de reacción
9	Tópicos actuales 9.1 Nuevas técnicas 9.2 Avances recientes 9.3 Ejemplos con nuevos materiales

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación:

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	-

Bibliografía básica:

1. F. Rouquerol, J. Rouquerol, K. Sing. Adsorption by Powders & Porous solids. Academic Press. San Diego, USA, 1999.

2. S Hartland. Surface and Interfacial Tension: Measurement, Theory, and Applications. Marcel Dekker. New York, USA, 2004.

3. R.I. Masel. Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surfaces. Wiley, New York, USA, 1996.

Bibliografía complementaria:

1. E. M. McCash. Surface Chemistry, Oxford University Press, London UK, 2002.

2. S. Lowell, J. E. Shields, M. A. Thomas, M. Thommes, Characterization of porous solids and poders: Surface are, pore size and density, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Simulación molecular. Teoría y aplicaciones**				
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( ) Obligatorio E (X) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno:

1) Conocerá el área de Simulación Molecular, mediante la revisión de los diferentes algoritmos establecidos para el estudio de sistemas inorgánicos, orgánicos, biológicos ó híbridos, presentes en la Ciencia e Ingeniería de Materiales.
2) Podrá definir conceptos básicos de algoritmos (cuánticos y clásicos) y unidades.
3) Revisará algoritmos clásicos (mecánica y dinámica molecular, así como MonteCarlo) y su aplicación en casos específicos, algoritmos cuánticos (DFT entre otros) y su aplicación en casos específicos y consideraciones generales para elegir el método de cálculo adecuado para un sistema de investigación particular de interés.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Definición de términos	6	0
2	Mecánica Molecular	12	0
3	Dinámica Molecular	12	0
4	Métodos Monte Carlo	12	0
5	Mecánica Cuántica	12	0
6	Teoría de Funcionales de la densidad	12	0
7	Métodos Post Hartree Fock	12	0
8	Estado Sólido	12	0
9	Consideraciones prácticas	6	0
	Total	96	0
	Suma total de horas	96	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Definición de términos 1.1 Teoría, conceptos básicos (Mecánica Clásica, Mecánica Cuántica, Termodinámica) 1.2 Computación y Modelado (Modelos Cuánticos y Modelos Clásicos. Simulaciones a diferentes escalas de tiempo y tamaño) 1.3 Superficies de Energía Potencial 1.4. Sistemas atómicos y moleculares 1.5 Costo y eficiencia de un cálculo 1.6 Hardware y Software 1.7 Unidades
2	Mecánica Molecular 2.1 Campos de Fuerza. Suposiciones fundamentales (Elongación de enlaces, Flexión angular, Torsiones, Interacciones de tipo van der Waals, Interacciones electrostáticas, Términos cruzados y términos adicionales de tipo no-enlazante, Estrategias de parametrización) 2.2 Energías de campos de fuerza y termodinámica 2.3 Optimización de geometría (Algoritmos de optimización) 2.4 Estudio de caso

3	Dinámica Molecular 3.1 Ecuaciones de movimiento para sistemas atómicos 3.2 Métodos de diferencia finita (Algoritmo de Verlet, salto de rana) 3.3 Dinámica Molecular de cuerpos rígidos no-esféricos (Moléculas no lineales y lineales) 3.4 Conceptos generales (condiciones periódicas de frontera, alcances de potencial, radio de corte) 3.5 Estudio de caso
4	Métodos Monte Carlo 4.1 Elementos de Mecánica Estadística 4.2 Ensambles estadísticos comunes 4.3 Promedios termodinámicos simples 4.4 Método Metrópolis 4.5 Monte Carlo Canónico 4.6 Monte Carlo isotérmico-isobárico 4.7 Monte Carlo Gran canónico 4.8 Estudio de caso
5	Mecánica Cuántica 5.1 Principio variacional y aproximación de Born-Oppenheimer 5.2 Átomos y moléculas poli-electrónicas 5.3 Orbitales Moleculares 5.4 Ecuaciones de Hartree-Fock 5.5 Determinantes de Slater 5.6 Métodos semiempíricos 5.7 Teoría de Huckel 5.8 Estudio de caso
6	Teoría de Funcionales de la densidad 6.1 Escalera de Jacob y diferentes tipos de funcionales 6.2 Ecuaciones de Hohenberg-Kohn 6.3 Ecuaciones de Kohn–Sham y matriz de la densidad 6.4 DFT y fuerzas de dispersión, problemas y remedios 6.5 Estudio de caso
7	Métodos Post Hartree Fock 7.1 Correlación Electrónica 7.2 Teoría de Perturbaciones 7.3 Método de Cúmulos Acoplados 7.4 Estudio de caso

8	Estado Sólido 8.1 Teoría del electrón libre 8.2 Teoría de amarre fuerte 8.3 Teorema de Bloch 8.4 Espacio Recíproco 8.5 Teoría de bandas para sólidos inorgánicos y orgánicos 8.6 Nivel de Fermi 8.7 Densidad de Estados 8.8 Densidad de Carga 8.9 Estudio de caso
9	Consideraciones prácticas 9.1 Conjuntos base 9.2 Niveles de teoría, modelo computacional y precisión química 9.3 Métodos híbridos (QM/MM) 9.4 Simulación de espectros UV, RMN, IR, fluorescencia 9.5 Estudio de caso

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo	X	Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Simulación molecular

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. A.R. Leach. Molecular Modelling. Principles and Applications. 2001
2. C.J. Cramer. Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models. 2004

Bibliografía complementaria:

1. D. Frenkel, B. Smit. Understanding Molecular Simulation. 2002
2. M.P. Allen, D.J. Tildesley. Computer Simulation of Liquids. 2000

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO

CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES CERÁMICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Cristalografía**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
EL alumno obtendrá los conceptos básicos de los aspectos de simetría con la finalidad de obtener la información necesaria para comprender las diferentes técnicas espectroscópicas y cristalográficas.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Aspectos fundamentales de teoría de grupos	10	0
2	Operaciones de simetría	8	0
3	Estructuras Cristalinas	12	0
4	Grupos puntuales	12	0
5	Grupos espaciales	10	0
6	Defectos cristalinos	4	0
7	Introducción a las técnicas de caracterización de materiales cristalinos	8	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
1	Aspectos fundamentales de teoría de grupos 1.1. Permutabilidad 1.2. Conjugados 1.3. Subgrupos 1.4. Producto de grupos 1.5. Grupos isomórficos 1.6. Notación
2	Operaciones de simetría 2.1. Traslación 2.2. Reflexión 2.3. Rotación 2.4. Inversión
3	Estructuras Cristalinas 3.1. Redes de Bravais 3.2. Simetría de las redes cristalinas 3.3. Celda unitaria y primitiva 3.4. Índices de Miller y de Miller Bravais 3.5. Direcciones cristalinas 3.6. Red reciproca
4	Grupos puntuales 4.1. Proyección estereográfica 4.2. Redes de Wulff 4.3. Los 32 grupos puntuales 4.4. Grupos puntuales y propiedades físicas
5	Grupos espaciales 5.1. Planos de deslizamiento 5.2. Ejes helicoidales 5.3. Clasificación de los grupos espaciales 5.4. Grupos espaciales y propiedades físicas
6	Defectos cristalinos 6.1. Puntuales 6.2. Lineales 6.3. Planares
7	Introducción a las técnicas de caracterización de materiales cristalinos 7.1. Difracción de rayos X y de neutrones 7.2. Microscopía electrónica

Estrategias didácticas	Evaluación del aprendizaje

Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Borchardt-Ott. W., *Crystallography*, 2nd. Edition, Springer-Verlag, 1995.
2. Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., *Fundamentals of Crystallography*, Oxford University Press, 1992.
3. Hyde, Bruce G. *Inorganic Crystal Structure*,. Wiley and Sons, 1989.
4. Richard J.D. *Crystals and Crystal Structures*, John Wiley & Sons Ltd, 2006.

Bibliografía complementaria:

1. Phillips F.C. *Introducción a la Cristalografía*, Paraninfo, 1991.
2. Wells A. F. *Structural Inorganic Chemistry*, Oxford University Press, 1984.
3. Wyckoff R.W., *Crystal Structures*, 2nd. Edition, Interscience Pub., 1966.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Difracción**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno obtendrá los principios fundamentales del fenómeno de difracción, haciendo énfasis en las características principales, geométricas y de simetría, de redes cristalinas. Discutir sus alcances como técnica de investigación en ciencia e ingeniería de materiales, especialmente en materiales cristalinos.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Principios básicos de interacción de radiación con la materia	14	0
2	Estructura de la materia	8	0
3	Métodos experimentales de difracción de rayos X	30	0
4	Programas de computación para difracción de rayos X	12	0
	Total	64	0

	Suma total de horas	64
Contenido Temático		
	Tema y subtemas	
1	Principios básicos de interacción de radiación con la materia 1. Principios básicos de interacción de radiación con la materia 1.1. Naturaleza y producción de rayos X. 1.2. Difracción de rayos X y de electrones: 1.2.1. Dispersión de Thompson. 1.2.2. Dispersión por electrones atómicos y por átomos individuales. 1.2.3. Difracción por cristales. 1.2.4. Análisis geométrico. 1.3. La ley de Bragg. 1.4. Condiciones de Laue. 1.5. Esfera de reflexión. 1.6. El espacio recíproco. 1.7. Simetrías en el espacio recíproco. 1.8. La ley de Friedel. 1.9. Ausencias sistemáticas. 1.10. Intensidades de difracción y detección de la radiación. 1.11. Factores que efectúan la intensidad de difracción: 1.11.1. Factor de polarización. 1.11.2. Factor de temperatura. 1.11.3. Factor de dispersión atómica. 1.11.4. Factor de estructura.	
2	Estructura de la materia 2.1. Índices de Miller. 2.2. Sistemas cristalinos. 2.3.Redes de Brabais. 2.4.Defectos.	
3	Métodos experimentales de difracción de rayos X 3.1.Identificación del sólido. 3.2.Archivos PDF (Powder Diffraction File) y JCPDS (Joint Committee of Powder Diffraction Standards). 3.3.Parámetros de red. 3.4.Polimorfos. 3.5.Orden-desorden. 3.6.Tamaño de cristal. 3.7. Esfuerzos. 3.8.Termodifracción. 3.9.Materiales no-cristalinos.	
4	Programas de computación para difracción de rayos X 4.1. PowderCell. 4.2. Rietveld. 4.3. FullProf. 4.4. Topas. 4.5. Genaral Structure Analysis System (GSAS).	

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica

1. Azároff L.V., *Elements of X-Ray Diffraction*, McGraw Hill, N.Y., 1974.
2. Cowley J. M., *Diffraction Physics*, North Holland, 1975.
3. Cullity B. D., *Elements of X-Ray Difraction*, Addison-Wesley, Mass., 1956.
4. Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., *Fundamentals of Crystallography*, Oxford University Press, 1992.
5. Klug H. P. and Alexander L. E., *X-Ray Diffraction Procedures (for Polycrystalline and Amorphous Materials)*, John Wiley and Sons, N.Y., 1974.
6. Ladd M. F. C. and Palmer R.A., *Structure Determination by X-ray Crystallography*, Plenum Press, 1978.
7. Wilson A. J. C., *Elements of X-Ray Crystallography*, Addison Wesley, 1970.
8. Wormald J., *Diffraction Methods*, Claredon Press, 1973.

Bibliografía complementaria:

1. Alexander L.E., *X-Ray Diffraction Methods in Polymer Science*, Wiley, N.Y., 1970.
2. Baños L., *Preparación de especímenes para análisis por: difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X* La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología, editado por D. Mendoza, E. L. Brito, J. A. Arenas, Innovación Editorial Lagares de México, Naucalpan, México (2004).
3. Bermúdez J., *Teoría y Práctica de la Espectroscopía de Rayos -X*, Exedra, México, 1975.
4. Bertin E.P., *Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis*, Plenum Press., N. Y., 1975.
5. Besoain E., *Mineralogía de arcillas de suelos*, Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, Serie de libros y materiales educativos #60, San José, Costa Rica (1985).
6. Bloss F. D., *Crystallography and Cystal Chemestry. An Introduction*, Holt, Rinchart and Winston, Inc., 1971.
7. Bonse, B., *Characterization of Crystal Defects by X-Ray Methods*, Plenum, N.Y., 1980.
8. Brown G., *X-ray identification and crystal structures of clay minerals*, 2nd Ed., Mineralogical Society, Londrés (1961).

9. Buerger M. J., *Elementary Crystallography an Introduction to the Fundamental Geometrical Features of Crystals*, John Wiley and Sons, Inc. N.Y., 1956.
10. Forwood C. T. and Larebrough L.M.C., *Electron Microscopy of Interfaces in Matals and Alloys*, Ed. Adam Hilger, 1991.
11. Fuentes Cobas L., *Introducción al método de Rietveld*, Escuela en Ciencia e Ingeniería de Materiales, 21-25 de junio de 2004, publicado por Sociedad Mexicana de Cristalografía A. C., México D.F., (2004).
12. Guinebretière R., *X-ray diffraction by polycrystalline materials*, ISTE Ltd, Londres, (2007).
13. Guinier A., *Théorie et technique de la radiocristallographie*, Dunod, Paris, (1964).
14. Moore D. M., Reynolds, Jr R. C., *X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*, Oxford University Press, Oxford (1989).
15. Jenkins R. and De Vries L., *Practical X-Ray Spectroscopy 2*, McMillan, LTD London, 1973.
16. León López E.G., *Física de los Cristales*, Limusa,. México, 1984.
17. Van Meerssche M., Feneau-Dupont J., *Introduction à la Cristallographie et à la Chimie Structurale*, Vander éditeur, Lovaina (1973).
18. Warren B. E., *X-ray diffraction*, Addison-Wesley publishing company, Reading Massachussets (1969).
19. West A. R., *Basic solid state chemistry*, John Wiley and sons, Nueva York (1988).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá y desarrollará habilidades en la preparación de materiales cerámicos utilizando diferentes técnicas y evaluará las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Reacción en estado sólido	6	0
2	Métodos precursores	6	0
3	Química suave	14	0
4	Métodos alternativos	12	0
5	Métodos de alta presión e hidrotérmicos	6	0

6	Procesamiento de materiales por microondas	6	0
7	Sinterización	6	0
8	Cristalización	4	0
9	Crecimiento de cristales	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Reacción en estado sólido
2	Métodos precursores 2.1. La coprecipitación como un precursor
3	Química suave 3.1. Sol gel 3.2. Intercambio iónico 3.3. Reacciones de intercalación
4	Métodos alternativos 4.1. Métodos de transporte en fase de vapor 4.2. Preparación de películas delgadas 4.3. Métodos electroquímicos 4.4. Métodos físicos 4.5. Método de combustión
5	Métodos de alta presión e hidrotérmicos
6	Procesamiento de materiales por microondas
7	Sinterización
8	Cristalización 8.1. Soluciones 8.2. Vidrios
9	Crecimiento de cristales 9.1. Método de Czochralsky 9.2. Métodos de Bridgman y Stockbarger 9.3. Zona de fusión 9.4. Precipitación: el método de flujo 9.5. Crecimiento epitaxial de películas delgadas 9.6. Método de Verneuil

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Brinker C. J. and Scherer G. W., Sol Gel Science. The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing, Academic Press, 1990.
2. Cheetham A.K., and Day P., *Solid State Chemistry. Techniques*, Oxford University Press., 1987.
3. Fernández Lozano J. F. y de Frutos Vaquerizo J., Editores. *Introducción a la Electrocerámica*. Editado por Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones. Madrid, 2003.
4. West A.R., *Solid State Chemistry and its Applications*, John Wiley & Sons, 1984.

Bibliografía complementaria:

1. Hagenmuller P., Editor, *Preparative Methods in Solid State Chemistry*, Academic Press, 1972.
2. Rahaman M. N., *Ceramic Processing*. University of Missouri-Rolla, USA. CRC Press, 2007.
3. Rahaman M. N., *Sintering of Ceramics*. University of Missouri-Rolla, USA, CRC Press, 2008.
4. Segal D., *Chemical Synthesis of Advanced Ceramic Materials*, *Chemistry of Solid State Materials I*, Cambridge University Press 1991.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Técnicas Espectroscópicas y Térmicas**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno analizará y discutirá los conceptos fundamentales de algunos métodos espectroscópicos y térmicos para su interpretación y aplicación en los materiales cerámicos.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Espectroscopía infrarroja y Raman	24	0
2	Espectroscopía de absorción UV-visible	20	0
3	Análisis térmico	20	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	Espectroscopía infrarroja y Raman 1.1. Introducción y teoría 1.2. Instrumentación 1.3. Manejo de las muestras 1.4. Interpretación de los espectros 1.5. Aplicaciones
2	Espectroscopía de absorción UV-visible 2.1. Introducción y teoría 2.2. Manejo de muestras 2.3. Interpretación de los espectros 2.4. Aplicaciones
3	Análisis térmico 3.1. Análisis termogravimétrico 3.2. Calorimetría diferencial de barrido 3.3. Análisis térmico diferencial 3.4. Aplicaciones

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Nakamoto, K. *Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*, Wiley & Sons, 1986.
2. West A.R., *Solid State Chemistry and its Applications*, Wiley & Sons, 1984.

Bibliografía complementaria:

1. Pilkey W.D., *Mechanics of Structures: Variational and Computational*, CRC Press, 1994.
2. Wunderlich B., *Thermal Analysis*, Academic Press Inc., 1990.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Temas Selectos de Materiales Cerámicos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales cerámicos, asociado a su proyecto de investigación.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:
La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.

Bibliografía complementaria:
La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto

CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Termodinámica Estadística de los Materiales**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno que ya cuenta con una buena base de termodinámica profundizará sus conocimientos tomando en cuenta el carácter microscópico de la materia. Conocerá del formalismo de la termodinámica considerando las ideas originales de Gibbs de ensembles y con base en el esquema postulatorio de Tisza. Igualmente, comprenderá aquellos temas que la termodinámica clásica no logra explicar de manera completa. Aplicará las herramientas de sistemas constituidos por partículas microscópicas a sistemas de relevancia a las ciencias de materiales, por encima de aquellas otras aplicaciones de las ciencias físicas básicas.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Formulación axiomática de la termodinámica de Tisza	12	0

	(Callen Cap. 12, Plischke & Bergersen Cap. 1; Chaikin & Lubensky Cap. 3)		
2	Fundamentos de Mecánica Estadística	24	0
3	Aplicaciones de mecánica estadística a los materiales (Callen Cap. 19, 20; Plischke & Bergersen Cap. 3, 4; Domb Caps. 1-4; Chaikin & Lubensky Cap. 4)	28	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	Formulación axiomática de la termodinámica de Tisza (Callen Cap. 12, Plischke & Bergersen Cap. 1; Chaikin & Lubensky Cap. 3) 1.1. Descripción de sistemas termodinámicos en términos de variables extensivas 1.2. La importancia de estados microscópicos en la descripción de los estados de equilibrio termodinámico 1.3. Los postulados de Tisza para la termodinámica clásica 1.4. La equivalencia de principios extremales para la entropía y la energía 1.5. Las variables extensivas, la ecuación de Euler y la relación Gibbs-Duhem 1.6. Las trasformaciones de Legendre, los potenciales termodinámicos y las funciones de trabajo máximo. 1.7. Las relaciones de Maxwell, funciones de respuesta y los diagramas mnónicos de Born 1.8. Criterios de estabilidad termodinámica, reglas de coexistencia de fases y de Gibbs 1.9. Puntos críticos, parámetros de orden, modelo de Landau, exponentes universales
2	2. Fundamentos de Mecánica Estadística 2.1 El ensemble microcanónico (Callen Cap. 15, Plischke & Bergersen Cap. 2) 2.1.1. Los posibles estados de un sistema termodinámico cerrado 2.1.2. Conocimiento y probabilidad 2.1.3. Distribuciones de probabilidad, valores promedio y sus momentos 2.1.4. Los postulados para la termoestadística de Tisza 2.1.5. Estadística de grandes números y sistemas multidimensionales 2.1.6. La entropía como función de los estados accesibles a un sistema cerrado 2.1.7. El modelo de un sólido cristalino de Einstein y su capacidad calorífica a bajas temperaturas 2.1.8. Un sistema clásico de dos estados y sin interacción. El caso de polarización magnética 2.1.9. Los elastómeros y el modelo de Kuhn 2.2. El ensemble canónico: sistemas a temperatura constante. (Callen Cap. 16; Plischke & Bergersen Cap. 1)

	2.2.1. La distribución canónica y la función canónica de partición de un gas simple 2.2.2. La aditividad de las energías y la factorización de la función de partición 2.2.3. Termoestadística de pequeños ensembles, la densidad de estados orbitales 2.2.4. Modelo para un sólido cristalino de Debye 2.2.5. Radiación de cuerpo negro y ley de Stefan-Boltzmann 2.2.6. La densidad clásica de estados y gas ideal clásico 2.3. Entropía y desorden. Formulaciones canónicas generales y sistemas cuantizados (Callen Cap. 17, 18; Plischke & Bergersen Cap. 2) 2.3.1. Distribuciones de máximo desorden 2.3.2. Sistemas abiertos: El ensemble gran canónico 2.3.3. Fermiones y bosones. Estadística cuántica y matriz de densidad 2.3.4. Estadística de fermiones sin interacción 2.3.5. Estadística de bosones sin interacción 2.3.6. Distribuciones de máxima entropía en sistemas fermiónicos 2.3.7. Estadística de defectos en un sólido de Schottky 2.3.8. Fluidos fermiónicos: Proto-gas –con spin– y gas ideal de Fermi 2.3.9. Energías de Fermi y capacidad calorífica de fermiones a bajas temperaturas 2.3.10. Criterio cuántico y límite clásico 2.3.11. Régimen cuántico fuerte: el caso de gases de electrones en metales 2.3.12. Fluido ideal de Bose y radiación de cuerpo negro 2.3.13. Condensación de Bose, energía y capacidad calorífica 2.4. Fluctuaciones y teoría de campo promedio (Callen Cap. 19, 20; Plischke & Bergersen Cap. 3) 2.4.1. Funciones de distribución para fluctuaciones 2.4.2. Los momentos y funciones de correlación de las fluctuaciones de energía 2.4.3. Teoría de campo promedio, propiedades variacionales y métodos perturbativos
3	Aplicaciones de mecánica estadística a los materiales (Callen Cap. 19, 20; Plischke & Bergersen Cap. 3, 4; Domb Caps. 1-4; Chaikin & Lubensky Cap. 4) 3.1 Campo promedio y teoría de Landau de transiciones críticas 3.2Modelo general de Ising. Modelos uni- y bidimensionales 3.2.1Soluciones exactas para cadenas y redes 2D 3.3. Redes cristalinas de sistemas magnéticos 1.4Aproximaciones de Braggs-Williams y de Bethe 3.5. Transiciones de orden-desorden 3.5.1. En sistemas metálicos binarios 3.5.2. En cristales líquidos: transición isotrópica-nemática 3.6. Modelo de campo promedio para un gas de Van der Waals 3.6.1. Propiedades del punto crítico clásicas

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Callen H. B., *Thermodynamics*, Wiley, New York, 1985.
2. Chaikin P.M. & Lubensky T. C., *Principles of Condensed Matter Physics*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK .2000.
3. Domb C., *The Critical Point*, Taylor & Francis, London, UK, 1996.
4. Plischke M. & Bergersen B., *Equilibrium Statistical Physics*, 3ra. Edición, World Scientific Publ. Co., Singapore, Singapore (2006).

Bibliografía complementaria:

1. Bowley R. and Sánchez M., *Introductory Statistical Mechanics*, Clarendon Press, Oxford, 1999.
2. Carrington G., *Basic Thermodynamics*; Oxford University Press, Oxford (1994)
3. L. H. & Schreiber M., Eds., *Computational Statistical Physics*, Springer Verlag, Berlin, Ger., 2002.
4. Pahtria, R. K. *Statistical Mechanics* 2a. Edición, Butterworth-Heinemann, Oxford, (1996).
5. Reed R. D. and Roy R. R., *Statistical Physics for Students of Science and Engineering* Dover, New York, 1995.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )	Horas	
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno:

1) Estudiará los fenómenos asociados con la transferencia de momento y calor fundamentalmente en sistemas con flujo laminar, así como las metodologías de tipo teórico para el estudio de fluidos.
2) Conocerá los fundamentos de la Mecánica de fluidos en el marco de la Mecánica del Medio Continuo y se obtienen las ecuaciones básicas del flujo.
3) Estudiará el flujo sin tomar en cuenta la viscosidad.
4) Conocerá los efectos de los flujos, estudiados en el curso, sobre la transferencia de calor.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fundamentos	14	0

2	Flujos de fluidos no-viscosos	8	0
3	Flujos unidireccionales lineales. Soluciones exactas de flujos sin inercia	12	0
4	Flujos lentos	8	0
5	Capas límite	10	0
6	Transferencia de Calor	12	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Fundamentos 1.1. Conservación de masa 1.2. Conservación de momento lineal y angular 1.3. Conservación de energía 1.4. Ecuaciones constitutivas. Fluidos newtoniano y no-newtonianos 1.5. Ecuaciones de Navier-Stokes 1.6. Condiciones de frontera
2	Flujos de fluidos no-viscosos 2.1. Flujo potencial bidimensional 2.2. Flujo potencial tridimensional
3	Flujos unidireccionales lineales. Soluciones exactas de flujos sin inercia 3.1. Escalas características y análisis dimensional 3.2. Flujo de Couette, Flujo de Poiseuille y Flujo de Couette-Poiseuille 3.3. Flujo con superficie libre por un plano inclinado 3.4. Soluciones de similitud. Problema de Rayleigh. Flujo en una pared oscilatoria 3.5. Flujos de Couette y de Poiseuille oscilatorios y su relacion con la capa limite 3.6. Flujo transitorio 3.7. Flujo en el interior de un cilindro y en cilindros concéntricos.
4	Flujos lentos 4.1. Flujo lento lineal bidimensional 4.2. Soluciones en términos de la función de corriente 4.3. Soluciones por desarrollos de funciones propias
5	Capas límite 5.1. Ecuación de flujo en la capa límite 5.2. Solución de Blasius 5.3. Solución de Falkner-Skan
6	Transferencia de Calor 6.1. Transferencia de calor forzada. Generalidades 6.2. Análisis dimensional: Número de Peclet y número de Eckert 6.3. Transferencia de calor por conducción 6.4. Transferencia de calor en flujos: Couette, Poiseulle y Couette-Poiseulle. 6.5. Transferencia de Calor en capas límite. 6.6. Flujo alrededor de una esfera a pequeño Número de Reynolds

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Currie, I. G., *Fundamental Mechanics of Fluids*, 3rd Edition, Marcel Dekker (2003), (Texto básico)
2. Leal, G. L., *Laminar Flow and Convective Heat Transfer. Asymptotic Solutions and Applicatior* Butterworth-Heinemann, Boston, 1992.
3. Rogers D. F., *Laminar Flow Analysis*, Cambridge University Press, New York, 1992.

Bibliografía complementaria:

1. Barenblatt G.I., *Dimensional Analysis*, Gordon and Breach Sci. Pub., N.Y., 1987.
2. Durst F., *Fluid mechanics: an introduction to the theory of fluid flows*, Springer, Berlin, 2008.
3. Graebel, W. P., *Advanced Fluid Mechanics*, Academic Press Burlington, Massachusetts, 2007.
4. Kambe, T., *Elementary Fluid Mechanics*, World Scientific New Jersey, 2007.
5. Kundu, P. K. and Cohen, I. N., *Fluid Mechanics*, 4th ed., Academic Press, Amsterdan, 2008.
6. Lighthill J., *An Informal Introduction to Theoretical Fluid Mechanics*, Clarendon Press, Oxford, 1986.
7. Ockendon H., and Ockendon J.R., *Viscous Flow*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 1995.
8. Pozrikidis C., *Introduction to Theoretical Computational Fluid Dynamics*, Oxford Univ. Press, Oxford, UKYamaguchi, H., *Engineering Fluid Mechanics*, Springer, Dordrecht, Paises Bajos, 2008.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Mecánica de Sólidos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá y dominará los métodos de solución para determinar los estados de esfuerzos, deformaciones y campos de desplazamiento en: elementos mecánicos axisimétricos, en aquellos cuyas características geométricas permitan conceptualizar el estado de deformaciones como plano, así también analizará las soluciones para placas, columnas y membranas.

Podrá determinar el comportamiento considerando tanto sólidos elásticos lineales isotrópicos como anisotrópicos, asimismo analizará el comportamiento bajo la consideración de no linealidad y grandes deformaciones en el sólido elástico.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	El concepto de esfuerzo y deformación	8	0
2	Teoría de la elasticidad	8	0

3	Criterios de falla	4	0
4	Aplicaciones bajo condiciones de sólido elástico isotrópico	4	0
5	Métodos energéticos	4	0
6	Estabilidad Elástica	4	0
7	Placas y membranas	6	0
8	Comportamiento plástico de los materiales	8	0
9	Elasticidad bajo condiciones de grandes deformaciones	10	0
10	Método del elemento Finito	8	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	El concepto de esfuerzo y deformación 1.1. Descripción tensorial del estado de deformaciones. 1.2. Descripción Lagrangiana y Euleriana del campo de desplazamientos. Gradiente de deformación. 1.3. Teorema de descomposición polar. 1.4. Tensor de Cauchy-Green por derecha. Tensor Lagrangiano de deformación. Tensor de deformación de Cauchy-Green por izquierda. Tensor Euleriano de deformación. Tensor Infinitesimal de deformación. 1.5. El vector de esfuerzos. Componentes del tensor de esfuerzos. El tensor de esfuerzos de Cauchy. Primer tensor de esfuerzos de Piola-Kirchhoff. Segundo tensor de esfuerzos de Piola-Kirchhoff. Condiciones de aplicación de éstos. Representación del estado de esfuerzos y deformaciones en el círculo de Mohr.
2	2. Teoría de la elasticidad 2.1. Conceptos básicos. 2.2. El sólido elástico homogéneo lineal e isotrópico. Ecuación constitutiva, relaciones entre las constantes elásticas. 2.3. Teoría infinitesimal de la elasticidad. 2.4. Análisis del estado de esfuerzos y deformaciones bajo condiciones simples. Carga uniaxial. Torsión en una barra de sección circular y no circular, flexión pura. Condiciones de esfuerzos planos y de deformación plana. Funciones de Airy. Problemas de deformación plana en coordenadas polares. Cilindro circula de pared gruesa bajo presión interna y externa. Flexión pura en una viga curvad Concentración de esfuerzos debidos a la presencia de un barreno pequeño de sección circular en una placa sometida a una condición uniaxial de carga. Esfer hueca sujeta a presiones internas y externas. El sólido elástico lineal y anisotrópico, sólido elástico lineal monotrópico, ortotrópico y transversalmente isotrópico. Sus ecuaciones constitutivas
3	3. Criterios de falla 3.1. Desarrollo histórico de los criterios de falla. 3.2. Falla por fluencia 3.3. Falla por fractura 3.4. Criterios de fluencia y fractura. 3.5. Criterio de Tresca o del esfuerzo cortante máximo 3.6. Criterio de von Mises-Hencky o de la máxima energía de distorsión 3.7. Cortante octaédrico 3.8. Esfuerzo eficaz o de von Mises

	3.9. Deformación eficaz 3.10. Lugar geométrico de la fluencia. Efecto de la anisotropía y del endurecimiento por trabajo. 3.11. Criterios de fatiga para falla de metales. Fatiga a bajo número de ciclos. 3.12. Fatiga bajo cargas combinadas. 3.13. Cargas dinámicas. 3.14. Efecto térmico.
4	4. Aplicaciones bajo condiciones de sólido elástico isotrópico 4.1. Flexión en vigas. Soluciones exactas. Soluciones aproximadas. 4.2. Vigas curvadas 4.3. Torsión en vigas. Elementos cargados axisimétricamente. 4.4. Métodos numéricos. 4.5. Vigas en cimentaciones elásticas.
5	5. Métodos energéticos 5.1. Trabajo desarrollado durante la deformación. Teorema de reciprocidad. Teorem de Castigliano. Teorema de Crotti-Engesser. 5.2. Sistemas estáticamente indeterminados. 5.3. Principio de trabajo virtual. 5.4. Método de Rayleigh-Ritz.
6	6. Estabilidad Elástica 6.1. Cargas críticas. 6.2. Pandeo en columnas. 6.3. Solicitaciones críticas en columnas. 6.4. Esfuerzos permisibles. 6.5. Elementos inicialmente curvados. 6.6. Elementos sometidos a cargas excéntricas. Métodos energéticos aplicados al pandeo de columnas
7	7. Placas y membranas 7.1. Flexión en placas delgadas. Placas rectangulares con apoyo simple. Placa circulares axisimétricamente cargadas. 7.2. Determinación de las deformaciones en placas rectangulares mediante el métod de la energía. 7.3. Esfuerzos en membranas.
8	8. Comportamiento plástico de los materiales 8.1. La deformación plástica. 8.2. Comportamiento esfuerzo-deformación en el rango plástico. 8.3. Deformación permanente en vigas. 8.4. Análisis bajo la consideración de sólido rígido-plástico 8.5. Condiciones de colapso. 8.6. Torsión elasto-plástica. 8.7. Esfuerzos en discos rotatorios bajo condiciones elasto-plásticas. 8.8. Relaciones esfuerzo-deformación en el rango plástico. Ecuaciones de Levy-Mises. Comportamiento elásto-plástico, las ecuaciones de Prandtl-Reuss. Teorí del potencial plástico.
9	9. Elasticidad bajo condiciones de grandes deformaciones 9.1. Conceptos básicos. 9.2. El sólido elástico isotrópico bajo grandes deformaciones.

	9.3. Ecuación constitutiva. 9.4. Casos particulares: Deformación bajo una condición uniaxial de carga de un sólido elástico isotrópico e incompresible. Deformación por esfuerzos de corte. 9.5. Flexión en una barra de sección rectangular. 9.6. Carga uniaxial y torsión en una barra de sección circular.
10	10. Método del elemento Finito 10.1. Principios fundamentales. 10.2. Aplicación del MEF en problemas elásticos uniaxiales. 10.3. Aplicación del MEF en problemas elásticos biaxiales.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Atanackovic T.M. & Guran A., *Theory of elasticity for scientist and engineers*, Ed. Birkhäuser, Boston, 2000.
2. Barber J.R., *Elasticity (Solid mechanics and its applications)*, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.
3. Lay M. & Rubin D., *Introduction to Continuum Mechanics*, Ed. Butterword Heinemann, Oxford, 1996.
4. Ugural A.C. & Fenster S.K., *Advanced Strength and Applied Elasticity*, Prentice Hall, New Jersey, USA, 2003.

Bibliografía complementaria:

1. Boresi A.P. & Chong K.P., *Elasticity in engineering mechanics*, Ed. John Wiley & sons, New York, 2000.
2. Lurie A.I. & Belyaev A.K., *Theory of elasticity (foundations of engineering mechanics)*, Ed. Springer, Berlin, 2005.
3. Sadd M.H., *Elasticity Theory, applications and numerics*, Ed. Elsevier Academic Press, Oxford U.K., 2009.

Programa de la actividad académica **Reología**					
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá conocimientos y bases conceptuales sobre los procesos de deformación de la materia y sobre el flujo de materiales viscoelásticos.

El alumno deberá contar con conocimientos de Mecánica de Medios Continuos y Mecánica de Fluidos.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fenómenos exhibidos por el flujo de líquidos poliméricos	12	0
2	Funciones materiales de los fluidos poliméricos	14	0
3	Viscoelasticidad lineal	12	0
4	Viscoelasticidad no lineal	14	0
5	Modelos moleculares	12	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Fenómenos exhibidos por el flujo de líquidos poliméricos 1.1. Introducción 1.2. Flujo Poiseuille 1.3. Clasificación de los fluidos 1.4. Efecto Weissenberg 1.5. Flujo axial-anular 1.6. Error en la medición por tomas de presión 1.7. Flujo en la boquilla de un extrusor 1.8. Flujos secundarios 1.9. Flujo a través de contracciones 1.10. Reducción de la fuerza de arrastre
2	Funciones materiales de los fluidos poliméricos 2.1. Introducción 2.2. Clasificación de los tipos de flujos 2.3. Funciones viscométricas en flujo cortante a régimen estacionario 2.4. Funciones materiales en régimen transitorio 2.5. Crecimiento del esfuerzo al comienzo de un flujo cortante 2.6. Relajación 2.7. Sistemas viscométricos: cono y placa 2.8. Viscosímetro capilar 2.9. Flujos elongacionales
3	Viscoelasticidad lineal 3.1. Introducción 3.2. Principio de superposición de Boltzmann 3.3. El fluido de Maxwell 3.4. Movimiento oscilatorio de pequeña amplitud 3.5. Modelo generalizado de Maxwell 3.6. El modelo de Jeffreys
4	Viscoelasticidad no lineal 4.1. Introducción 4.2. Movimiento del continuo y las derivadas de Oldroyd 4.3. Modelos cuasilineales 4.4. Modelo correlacional de Jeffeys 4.5. Modelo de Goddard-Miller 4.6. Modelo de Oldroyd “B” 4.7. Modelos viscoelásticos no lineales 4.8. Ecuaciones constitutivas aplicadas para pequeñas deformaciones 4.9. Expansiones de las integrales de memoria 4.10. Flujos dominados por la viscosidad cortante
5	Modelos moleculares 5.1. El modelo de Rouse 5.2. Modelo de Zimm 5.3. Funciones materiales 5.4. El modelo de la mancuerna (dumbbell) 5.5. Ecuación de conservación de la función de distribución

	5.6. Ecuación de difusión 5.7. Efectos anisotrópicos 5.8. Cálculo de las funciones materiales 5.9. Comparación con los experimentos 5.10. Comparación con las predicciones de los modelos continuos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Brummer R., *Rheology Essentials of Cosmetics and Food Emulsions*, Springer Verlag, Berlin, Ger. 2006.
2. Bird R.B., Curtiss C.F., Amstrong R.C. and Hassager O., *Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. I & II*, John Wiley & Sons, New York, 1987.
3. Boger D.V. and Walters K., *Rheological Phenomena in Focus*, Elsevier, Amsterdam.
4. Doi M. and Edwards S., *The Theory of Polymer Dynamics*, Oxford University Press, Oxford, U.K., 1986.
5. Larson R.G., *The Structure and Rheology of Complex Fluids*, Oxford University Press, Oxford, UK, 1999.
6. Macosko C.W., *Rheology. Principles, Measurements, and Applications*, Wiley-VCH, New York, USA, 1994

Bibliografía complementaria:

1. Fredrickson A.G., *Principles and Applications of Rheology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1964.
2. Janeschitz-Kriegl H., *Polymer Melt Rheology and Flow Birefringence*, Springer Verlag, N.Y., 1983.
3. Larson R.G., *Constitutive Equations for Polymer Melts and Solutions*, Butterworths, Boston, 1988.
4. Schowalter W., *Mechanics of Non-Newtonian Fluids*, Pergamon Press, Oxford, 1978.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Temas Selectos de Materiales Complejos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales complejos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
	Total	64	0

		Suma total de horas	64
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas		Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.			
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			

CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Nanotecnología y Nanomateriales**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá los conceptos fundamentales de la física y las propiedades de los materiales cuando alguna de sus dimensiones características es menor a los 100 nm.
Conocerá los diferentes fenómenos cuánticos que se presentan en los dispositivos electrónicos nanométricos, así como el impacto que tienen las dimensiones de los nanomateriales en propiedades, tales como el magnetismo, las propiedades ópticas, mecánicas, químicas y biológicas y su impacto en las tecnologías del futuro.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Introducción a la nanotecnología	4	0
2	Conceptos básicos de la mecánica cuántica	4	0
3	Nanoestructuras cuánticas semiconductoras	8	0
4	Transporte electrónico y propiedades ópticas de nanoestructuras	8	0
5	Fenómenos a escala nanométrica	20	0
6	Nanomateriales	12	0
7	Nanoestructuras	8	0
8	Método de Enseñanza: Un coordinador de grupo y profesores invitados		0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción a la nanotecnología 1.1. ¿Qué es nanotecnología? 1.2. Nanotecnología, ¿por qué ahora? 1.3. Nanomateriales y nanotecnología 1.4. Nano versus miniaturización 1.5. Longitudes características.
2	Conceptos básicos de la mecánica cuántica 2.1. Onda 2.2. Cuantización de la energía 2.3. Función de onda para el átomo de hidrógeno 2.4. Fenómenos cuánticos
3	Nanoestructuras cuánticas semiconductoras 3.1. La física de semiconductores de baja dimensionalidad 3.2. Nanoestructuras cuánticas semiconductoras y superredes.
4	Transporte electrónico y propiedades ópticas de nanoestructuras 4.1. Transporte en campos eléctricos en nanoestructuras 4.2. Transporte en campos magnéticos en nanoestructuras 4.3. Procesos optoelectrónicos en heteroestructuras cuánticas.
5	Fenómenos a escala nanométrica 5.1. Magnetismo a escala nanométrica 5.2. Nanomecánica y nanotribologia 5.3. Trasporte térmico a la nanoescala y nanofluidos 5.4. Química a escala nanométrica 5.5. Biología y ciencias médicas a escala nanométrica
6	Nanomateriales 6.1. Nanoestructuras metálicas 6.2. Nanoestructuras poliméricas 6.3. Nanocompositos 6.4. Nanoestructuras cerámicas
7	Nanoestructuras 7.1. Quantum dots y superredes cuánticas 7.2. Cristales fotónicos 7.3. Nanoestructuras basadas en carbono

	7.4. Nanocintas y nanoalambres 7.5. Nanoestructuras autoensambladas
8	Método de Enseñanza: Un coordinador de grupo y profesores invitados

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Matínez-Duart J.M., Martín-Palma R.J., and Agullo-Rueda F., *Nanotechnology fo Microelectronics and Optoelectronics*, Elsevier, U.K., 2006.
2. Morris D.G., *Mechanical Behaviour of Nanostructure Materials*, Trans. Tech. Publications Suiza, 1998.

Bibliografía complementaria:

1. Hari Singh Nalwa (Editor), *Magnetic Nanostructures*. American Scientific Publishers 2002.
2. Wolf E.L., *Nanophysics and Nanotechnology: An introduction to modern concepts i Nanoscience*, Wiley-VCH Verlag, 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Propiedades Electrónicas de Materiales**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno:

1) Obtendrá un entendimiento general sobre las propiedades electrónicas, ópticas, magnéticas y térmicas de los materiales basados en los conceptos centrales de la física de estado sólido y la descripción cuántica de la estructura electrónica de los materiales.
2) Conocerá cómo la estructura electrónica de los materiales determina las propiedades ópticas, electrónicas y magnéticas de los materiales.
3) Revisará los conceptos de la mecánica cuántica y la descripción de los electrones en diferentes sistemas, así como la descripción de las propiedades electrónicas y ópticas de los semiconductores, incluyendo el cambio en sus propiedades al ser de baja dimensionalidad.
4) Conocerá la descripción de las propiedades que son controladas por el movimiento de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	6	0
2	Estructura de bandas de los sólidos	8	0
3	Estructura y defectos en semiconductores en bulto	8	0
4	Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad	4	0
5	Propiedades ópticas*	8	0
6	Diamagnetismo y paramagnetismo	8	0
7	Ferromagnetismo y orden magnético	8	0
8	Superconductividad	8	0
9	Dinámica de los átomos en un cristal**	6	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Conceptos básicos de mecánica cuántica 1.2. Enlace en estado sólido
2	Estructura de bandas de los sólidos 2.1. Introducción 2.2. Teorema de Bloch y estructura de bandas de un sólido periódico 2.3. El modelo de Kronig-Penney 2.4. El método de enlace fuerte 2.5. El método de electrón cuasi-libre 2.6. Estructura de bandas de semiconductores tetrahedrales 2.7. El uso de pseudo-potenciales
3	Estructura y defectos en semiconductores en bulto 3.1. Introducción 3.2. Teoría k-p de semiconductores 3.3. Masa efectiva de electrones y agujeros 3.4. Tendencias en los semiconductores 3.5. Impurezas en semiconductores 3.6. Semiconductores amorfos
4	Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad 4.1. Introducción 4.2. Estados confinados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos 4.3. Densidad de estados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos 4.4. Dopaje modulado y hetero-uniones 4.5. Efecto Hall cuántico

5	Propiedades ópticas* 5.1. Reflexión 5.2. Resumen de procesos de absorción 5.3. Transiciones a través de la brecha energética 5.4. Excitones 5.5. Imperfecciones 5.6. Portadores libres 5.7. Absorción de resonancia del plasma 5.8. Polarización de electrones ligados 5.9. Efectos fotoeléctricos 5.10. Espectro óptico 5.11. Aplicaciones fotoeléctricas
6	Diamagnetismo y paramagnetismo 6.1. Introducción 6.2. Magnetización 6.3. Momento magnético del electrón 6.4. Diamagnetismo en átomos y sólidos 6.5. Teoría de Langevin (clásica) del paramagnetismo 6.6. Momentos magnéticos en átomos e iones aislados: reglas de Hund 6.7. Teoría de Brillouin (mecánica cuántica) del paramagnetismo 6.8. Paramagnetismo en metales
7	Ferromagnetismo y orden magnético 7.1. Introducción 7.2. La interacción de intercambio 7.3. Ferromagnetismo y la temperatura de Curie 7.4. Magnetización espontánea 7.5. Magnetización espontánea y la susceptibilidad de un antiferromagneto 7.6. Ferromagnetismo 7.7. Ondas de spin- excitaciones magnéticas elementales 7.8. Dominios ferromagnéticos 7.9. Imanes permanentes de alta calidad 7.10. Ferromagnetismo itinerante 7.11. Magnetoresistencia gigante
8	Superconductividad 8.1. Introducción 8.2. Ocurrencia de la superconductividad 8.3. Comportamiento magnético y efecto Meissner 8.4. Superconductores tipo I y II 8.5. Momento electromagnético y las ecuaciones de London 8.6. El efecto Meissner 8.7. Aplicaciones de la termodinámica 8.8. Pares de Cooper y la teoría BCS 8.9. Longitud de coherencia en la teoría BCS 8.10. Corrientes persistentes y función de onda de la superconductividad 8.11. Cuantización del flujo 8.12. Tunelaje Josephson 8.13. Efecto Josephson AC 8.14. Superconductividad a alta temperatura

9	Dinámica de los átomos en un cristal 9.1. Fonones 9.2. Dispersión 9.3. Propiedades térmicas: 9.3.1. Calor específico 9.3.2. Expansión térmica 9.3.3. Conductividad térmica

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materials
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Bube R., *Electrons in Solids**, Academic Press Inc, USA, 1992.
2. Ibach H., Luth H., *Solid State Physics; an Introduction to Principles of Materials Science***, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.
3. O'Reilly E., *Quantum Theory of Solids*, Taylor & Francis, Great Britain, 2002.

Bibliografía complementaria:

1. Hummel R.E., *Electronic Properties of Materials*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1993.
2. Kittel C., *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons 8e, USA 2004.
3. Kittel C., *Quantum Theory of Solid*, John Wiley & Sons 2nd, USA 1987.
4. Richard M Martin, *Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Dispositivos Electrónicos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno obtendrá un panorama general del desarrollo de la tecnología electrónica desde sus inicios, su estado actual y las tendencias a futuro y adquirirá un entendimiento de la física y la tecnología de los dispositivos electrónicos; es decir, que comprenda la estrecha relación que hay entre las técnicas de preparación de materiales en volumen y en película delgada y las propiedades y el desempeño de estos materiales dentro de un dispositivo electrónico.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Tecnología de crecimiento de cristales y preparación de substratos	8	0

3	Tecnología de preparación películas delgadas semiconductoras y aislantes	20	0
4	Metalización	12	0
5	Preparación y funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos	20	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Reseña histórica de dispositivos de estado sólido 1.2. Tipos y clasificación de dispositivos de estado sólido 1.3. Tendencias de tecnologías modernas
2	Tecnología de crecimiento de cristales y preparación de substratos 2.1. Producción de silicio y de otros semiconductores grado electrónico 2.2. Método Czochralsky. Control de estructura, pureza y defectos 2.3. Método de Bridgman 2.4. Otros métodos de crecimiento de cristales 2.5. Corte, pulido y limpieza de obleas y otros substratos
3	Tecnología de preparación películas delgadas semiconductoras y aislantes 3.1. Importancia de las películas delgadas 3.2. Teoría sobre el proceso de crecimiento de películas delgadas 3.3. Procesos de epitaxia. Epitaxia en fase líquida (LPE) y epitaxia en fase vap (VPE) 3.4. Técnicas PVD. Epitaxia de haz molecular (MBE) y de haz de iones (IBE evaporación térmica y con haz de electrones, erosión catódica, ablaci láser 3.5. Técnicas CVD. CVD térmico, CVD asistido por plasma directo (PECVD) remoto (RPECVD) 3.6. Técnicas de rocío pirolítico 3.7. Otras técnicas 3.8. Preparación de aislantes en película delgada, dióxido de silicio, nitruro silicio
4	Metalización 4.1 Preparación de contactos metálicos por evaporación térmica, con haz electrones y con haz de iones, erosión catódica, ablación láser 4.2. Mascarillas y fotolitografía 4.3. Contactos conductores transparentes
5	Preparación y funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos 5.1. Sensores térmicos y fotodetectores 5.2. Puntas Hall para medir campos magnéticos 5.3. Diodos rectificadores y diodos emisores de luz. Láseres de estado sólido 5.4. Transistores bipolares y de efecto campo 5.5. Celdas solares 5.6. Estructuras electroluminiscentes 5.7. Intercambiadores de calor 5.8. Guías de ondas 5.9. Circuitos integrados. Tecnologías VLSI y LTLSI

	5.10. Nuevos materiales y aplicaciones. Silicio poroso, pozos cuánticos, punt cuánticos, nanoestructuras		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Baklanov M., Maex K., and Green M. *Dielectric Films for Advanced Microelectronics*, Wiley Series in Materials for Electronic & Optoelectronic Applications, 2007.
2. Chopra and Kaur1, *Thin Film Device Applications*, Plenum Press, N.Y., 1983.
3. Colclaser R. A. and Diehl-Nagle S., *Materials and Devices for Electrical Engineers and Physicists*, McGraw-Hill Book Co., N.Y., 1985.
4. Sze S.M., *VLSI technology*, McGraw- Hill, 1988.

Bibliografía complementaria:

1. Green M. A., *Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion*, Springer Series in Photonics, 2003.
2. Sze S.M., *Semiconductor Devices Physics and Technology*, John Wiley & Sons, 1985.
3. Sze S.M., *Physics of Semiconductor Devices*, 2nd. Edition, John Wiley & Sons, 1981.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Fundamentos de Magnetismo**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los aspectos teóricos y experimentales del magnetismo, enfatizando en ideas y conceptos modernos, de tal forma que pueda proveer el material y conocimientos suficientes para servir como puente hacia el estudio experimental o teórico en investigación científica en cualquier aspecto de los estudios modernos del magnetismo.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Fenomenología de diversos procesos magnéticos	4	0
3	Variedades de orden magnético en materiales	4	0
4	Caracterización por medio de susceptibilidad y magnetización de tres procesos básicos: Paramagnetismo, Ferromagnetismo y Diamagnetismo	6	0

5	Descripción clásica y cuántica de los procesos magnéticos	4	0
6	Campo molecular descripción de procesos ferromagnéticos y antiferromagnéticos.	4	0
7	Magnetismo de electrones itinerantes	4	0
8	Superintercambio del tipo Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida	4	0
9	Taxonomía del comportamiento magnético	4	0
10	Técnicas experimentales y unidades en magnetismo	4	0
11	Procesos simples de comportamiento magnético: Paramagnetismo ideal, Diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo	6	0
12	Procesos más complicados	6	0
13	Magnetismo molecular	4	0
14	Magnetismo, enlaces y ligaduras en procesos químicos	4	0
15	Nanomagnetismo	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción
2	Fenomenología de diversos procesos magnéticos
3	Variedades de orden magnético en materiales 3.1 Requerimientos físicos para la existencia de orden magnético
4	Caracterización por medio de susceptibilidad y magnetización de tres procesos básicos: Paramagnetismo, Ferromagnetismo y Diamagnetismo 4.1 Modelo semicuántico: Langevin 4.2. Modelo cuántico: Brillouin 4.3. Extracción de los dos modelos de la ley de Curie y condiciones de validez 4.4 Proceso energético y rompimiento de la regeneración por medio de campos magnéticos. Efecto Zeeman
5	Descripción clásica y cuántica de los procesos magnéticos 5.1 Diamagnetismo, momento dipolar, reglas de Hund, y función de Brillouin
6	Campo molecular descripción de procesos ferromagnéticos y antiferromagnéticos. 6.1. Acoplamiento de Intercambio: interacciones directas e indirectas. 6.2. Superintercambio.
7	Magnetismo de electrones itinerantes
8	Superintercambio del tipo Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida
9	Taxonomía del comportamiento magnético
10	Técnicas experimentales y unidades en magnetismo
11	Procesos simples de comportamiento magnético: Paramagnetismo ideal, Diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo

	11.1 Diversas contribuciones a la susceptibilidad magnética: medidas experimentales.
12	Procesos más complicados 12.1 Metamagnetismo 12.2 Metamagnetismo itinerante electrónico 12.3 Ferromagnetismo incipiente, comportamiento ideal de vidrios de espín 12.4 Mictomagnetismo 12.5 Sperimagnetismo
13	Magnetismo molecular
14	Magnetismo, enlaces y ligaduras en procesos químicos
15	Nanomagnetismo

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Buschow. K. H. J. and F.R. De Boer. *Physics of magnetism and magnetic materials.* NewYork: Kluwer Academic/Plenum Publishers, C2003.
2. Carlin R and A.J. van Duyneveldt. *Magnetic properties of transition metal compound.* New York: Springer-Verlag, (Inorganic chemistry concepts; V.2.), c1977.
3. Chikazumi S. *Physics of ferromagnetism*.2nd. Ed. Oxford: Clarendon Press; New York: Oxford University Press, (The international series of monographs on physics; 94)1997Hein R. A, T.L. Francavilla, and D. Liebenberg. Ed. *Magnetic susceptibility of superconductors and other spin systems*. New York, Plenum Press, c1991.
4. Jiles D. *Introduction to magnetism and magnetic materials*. 2nd Ed. New York, Chapman & Hall, 1997.
5. Kittel, Charles. *Introduction to solid state physiscs*. Hoboken, NJ, Wiley, c2005.

Bibliografía complementaria:

1. Fischer K.H., J. A. Hertz. *Spin Glasses*. Cambridge; New York, NY, USA: Cambridge University Press, (Cambridge studies in magnetism: 1), 1991.

2. Mattis.D. C. *The theory of Magnetism I and II*. Berlin; New York: Springer-Verlag, (Springer series in solid-state sciences; 17, 55), 1981-c1985.
3. Mydosh L. A. *Spin Glasses: an experimental introduction*. London; Washington, DC: Taylor & Francis, 1993
4. Yosida K. *Theory of magnetism*. Berlin; New York: Springer, (Springer series in solid-state sciences, 0171-1873; 122), 1998.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Superconductividad**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( ))		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá conocimientos básicos del fenómeno de la superconductividad, en aspectos tanto teóricos como experimentales y los modelos fenomenológicos y microscópicos de la superconductividad, los diferentes tipos de materiales superconductores, incluyendo los superconductores de alta temperatura crítica y se termina con las aplicaciones que se han dado a los materiales superconductores.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	El fenómeno de la Superconductividad	8	0
2	Propiedades termodinámicas	8	0
3	Teoría de London	8	0
4	Teoría de Ginzburg-Landau	12	0
5	Teoría BCS	12	0

6	Diversos tipos de materiales superconductores	8	0
7	Superconductores de alta temperatura crítica	4	0
8	Aplicaciones	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	El fenómeno de la Superconductividad 1.1. Resumen histórico. 1.2. Resistencia cero. Temperatura de transición superconductora, T_C 1.3. Diamagnetismo perfecto. Campos dentro de un superconductor. Corrient de apantallamiento 1.4. Campo crítico y corriente crítica
2	Propiedades termodinámicas 2.1. Calor específico de un superconductor 2.2. Termodinámica de un superconductor. Brecha superconductora. 2.3. Superconductor en un campo magnético 2.4. Calor específico en un campo magnético
3	Teoría de London 3.1. Ecuaciones de London. Profundidad de penetración 3.2. Cuantización del flujo magnético
4	Teoría de Ginzburg-Landau 4.1. Parámetro de orden y las ecuaciones de Ginzburg-Landau 4.2. Ecuaciones de Ginzburg-Landau normalizadas 4.3. Superconductores Tipo I y Tipo II 4.4. Campo crítico inferior y campo crítico superior
5	Teoría BCS 5.1. Problema de Cooper 5.2. Modelo de BCS 5.3. Resultados de la teoría BCS 5.4. Tunelaje electrónico 5.5. Efecto Josephson 5.6. Comparación con resultados experimentales
6	Diversos tipos de materiales superconductores 6.1. Elementos, compuestos y aleaciones 6.2. Aleaciones del tipo A15 6.3. Fases de Chevrel 6.4. Óxidos superconductores (antes de Cu-O) 6.5. Fermiones pesados 6.6. Superconductores orgánicos 6.7. Fullerenos
7	Superconductores de alta temperatura crítica 7.1. El sistema de Bednorz y Müller : La_2CuO_4 7.2. Superconductores del tipo $R_1Ba_2Cu_3O_7$ 7.3. Superconductores con base en bismuto y talio 7.4. Compuestos con mercurio 7.5. Diagrama de fases de sistemas superconductores de alta T_c (tipo n y p) 7.6. Comportamiento magnético de los cupratos

	7.7. Características anómalas de los cupratos y sus diferencias con respecto metales normales 7.8. Modelos teóricos intentando explicar la superconductividad en l superconduc-tores de alta temperatura crítica
8	Aplicaciones

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Burns G., *High Temperature Superconductivity an Introduction.* Academic Press 1992De
2. Gennes P.G., *Superconductivity of Metals and Alloys*, W.A. Benjamin, N.Y., 1989.
3. Fujita S. and Godoy S., *Quantum Statistical Theory of Superconductivity*, Plenum, N.Y 1996.
4. Ibach H. and Lücth H., *Solid State Physics (An Introduction to the Theory and Experimen* Springer-Verlag, Berlin, 1990.
5. Poole Jr. C.P., Farach H.A. and Creswich R.J., *Superconductivity*, Academic Press Inc., S Diego CA, 1995.
6. Rose-Innes A.C. and Rhoederick E.H., *Introduction to Superconductivity*, Pergamon Pre Oxford, 1969.
7. Tinkham M., *Introduction to Superconductivity*, 2nd. Ed. McGraw-Hill, N.Y., 1995.

Bibliografía complementaria:

1. Lynn J.W., *High Temperature Superconductivity*, Springer Verlag, N.Y., 1990.
2. Navarro Chávez O., Baquero Parra R., *Ideas Fundamentales de la Superconductivido* Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.
3. Parks R.D. Editor, Superconductivity Vol. I and Vol. II, Marcel Dekker, Inc.
4. Schrieffer J. R., *Theory of Superconductivity*, Addison-Wesley, Co., 1988.
5. Taylor P.L., *A Quantum Approach to the Solid State*, Prentice-Hall Inc., N.Y., 1970.Till D.R. and Tilley J. *Superfluidity and Superconductivity*, 3rd. Ed., Adam Hilger, 1990.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Materiales Desordenados**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá diferentes aspectos de los materiales desordenados, tanto de su arreglo atómico, su preparación y caracterización como de sus propiedades.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Sistemas no cristalinos	6	0
2	Preparación y caracterización de materiales amorfos	8	0
3	Técnicas y modelos	14	0
4	Excitaciones en redes desordenadas	14	0
5	Materiales amorfos	14	0
6	Aplicaciones	8	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Sistemas no cristalinos 1.1. Desorden estructural 1.2. Desorden sustitucional 1.3. Desorden magnético 1.4. Orden de corto y largo alcance 1.5. Orden cuasicristalino 1.6. Sistemas porosos 1.7. Nanoestructuras
2	Preparación y caracterización de materiales amorfos 2.1. Método de enfriamiento rápido 2.2. Método de espurreo y vaporización 2.3. Difracción de rayos-X, de neutrones y de electrones 2.4. Estructura fina de la absorción de rayos-X extendida (EXAFS) 2.5. Espectroscopía de infrarrojo y Raman
3	Técnicas y modelos 3.1. Función de distribución radial 3.2. Modelo de empacamiento aleatorio denso de esferas duras 3.3. Método de amarre fuerte 3.4. Redes de Bethe 3.5. Aproximación de cristal virtual (VCA) 3.6. Aproximación de potencial coherente (CPA) 3.7. Procesos computacionales: el proceso “melt and quench” y el proceso “undermelt-quench”
4	Excitaciones en redes desordenadas 4.1. Localización de Anderson 4.2. Bordes de movilidad 4.3. Pseudobrechas de energía 4.4. Conducción por saltos 4.5. Transición de Mott 4.6. Fonones
5	Materiales amorfos 5.1. Metales amorfos 5.2. Semiconductores amorfos 5.3. Estructuras magnéticas desordenadas 5.4. Superconductores amorfos
6	Aplicaciones 6.1. Celdas solares 6.2. Vidrios metálicos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X

Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Mott N.F. and Davis E.A., *Electronic Processes in Non-Crystalline Materials*, Oxford University Press, 2nd. Edition, 1979.
2. Waseda Y., *The Structure of Non-Crystalline Materials, Liquids and Amorphous Solids,* McGraw-Hill, 1980.

Bibliografía complementaria:

1. Mott N.F., *Conduction in Non-Crystalline Materials,* Oxford University Press, 1987.
2. Ziman J.M., *Models of disorder,* Cambridge University Press, 1979.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Óptica de Semiconductores**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá las propiedades ópticas de los semiconductores como: los espectros de reflexión, transmisión y luminescencia, o de la función dieléctrica compleja en el infrarrojo, visible y ultravioleta. Así como, las técnicas experimentales espectrales usadas en la caracterización óptica de los semiconductores.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Ecuaciones de Maxwell y los fotones	6	0
3	Interacción de la luz con la materia	18	0
4	Conjunto de osciladores desacoplados	5	0
5	El concepto de polariton	4	0

6	Relaciones de dispersión	4	0
7	Vibraciones de la red y fonones	5	0
8	Electrones en una red cristalina periódica	6	0
9	Exitotes	5	0
10	Propiedades ópticas de excitones intrínsecas	5	0
11	Espectroscopías ópticas	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Objetivos y conceptos 1.2. Nociones generales
2	Ecuaciones de Maxwell y los fotones 2.1. Ecuaciones de Maxwell 2.2. Radiación electromagnética en el vacío 2.3. Radiación electromagnética en la materia 2.4. Óptica lineal 2.5. Ondas longitudinales y transversales 2.6. Fotones y algunos aspectos de la mecánica cuántica 2.7. Función dieléctrica 2.8. Teoría microscópica de la función dieléctrica 2.9. Problemas
3	Interacción de la luz con la materia 3.1. Aspectos macroscópicos de los sólidos 3.2. Condiciones a la frontera 3.3. Leyes de la reflexión y refracción 3.4. Reflexión y transmisión en una interfase 3.5. Extinción y absorción de luz 3.6. Absorción estimulada y emisión espontánea 3.7. Procesos de absorción óptica 3.7.1. Portadores libres 3.7.2. Absorción por la red 3.7.3. Absorción intrínseca 3.7.4. Por excitones 3.7.5. Absorción extrínseca 3.8. Transiciones interbanda 3.8.1. Transiciones directas permitidas 3.8.2. Transiciones directas prohibidas 3.8.3. Transiciones indirectas 3.9. Problemas
4	Conjunto de osciladores desacoplados 4.1. Ecuaciones de movimiento y la función dieléctrica 4.2. Correcciones por mecánica cuántica 4.3. Espectro de la función dieléctrica 4.4. Espectros de reflexión y transmisión 4.5. Problemas

5	El concepto de polariton 5.1. Polaariton una nueva cuasi partícula 5.2. La relación de dispersión de polaritones 5.3. Problemas
6	Relaciones de dispersión 6.1. Relaciones de Kramer-Croning 6.2. Relaciones entre constantes ópticas 6.3. Problemas
7	Vibraciones de la red y fonones 7.1. Aproximación adiabática 7.2. Redes en el espacio real y en el reciproco 7.3. Cuantización en vibraciones de la red 7.4. Problemas
8	Electrones en una red cristalina periódica 8.1. Teorema de Bloch 8.2. Métales, aisladores y semiconductores 8.3. Electrones y huecos en un cristal
9	Exitotes 9.1. Excitones de Waier y Frenkel 9.2. Correcciones al modelo del exciton simple 9.3. Influencia de la dimensionalidad 9.4. El fonon-polariton como un ejemplo 9.5. Espectro de reflexión, dispersión Raman y de Brillouin 9.6. Problemas
10	Propiedades ópticas de excitones intrínsecas 10.1. Acoplamiento exciton-foton 10.2. Espectros de reflexión, transmisión y luminiscencia 10.3. Exciton ligado y multiexcitones 10.4. Pares donor-aceptor y transiciones relacionadas 10.5. Problemas
11	Espectroscopías ópticas 11.1. Ultravioleta-visible 11.2. Infrarrojo 11.3. Raman 11.4. Fotoluminiscencia 11.5. Ejercicio teórico-experimental final

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Bube R.H., *Electronic Properties of Crystalline Solids (An Introduction to Fundamentals)*, Academic Press, N.Y., 1974.
2. Claus Klingshirn, *Semiconductor Optics, Springer Study edition, N Y 1997.*
3. Chuang S.L., *Physics of Optoelectronic Devices*, Wiley Series in Pure and Applied Optics, 1995.
4. H. Kalt and M. Hetterich, *Series in Solid State Sciences,* 146, 2004.
5. Klingshirn K.F., *Semiconductor Optics*, Springer-Verlag, Berlin Heildelberg, 1995.
6. Wooten F., *Optical Properties of Solids*, Academic Press, N.Y., 1972.

Bibliografía complementaria:

1. Pankove J.I., *Optical Processes In Semiconductors*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1971.
2. Ropp R.C., *Luminescence and the Solid State, Studies in Inorganic Chemistry*, Elsevier Science Pub., Amsterdam, 1991.
3. S. Nudelaman and S.S. Mitra eds. , *NATO ASI series, Plenium Press*New York 1969
4. Yu P.Y. and Cardona M., *Fundamentals Of Semiconductors*, Springer-Verlag, Berlin Heildelberg, 1996.
5. W. Schafer and M. Wegener, *Semiconductor optics and transport Phenomena*, Springer, Berlin, 2002.
6. Y. Toyosawa, *Optical processes in solids,*Cambridge,Universiti Press, Cambrige, 2003

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Propiedades Magnéticas de Materiales**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá las propiedades magnéticas de los materiales, desde sus aspectos fundamentales, las técnicas experimentales más usadas en los laboratorios de investigación y los diversos tipos de materiales magnéticos, su fenomenología asociada y sus aplicaciones.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	5	0
2	Origen atómico del momento magnético	6	0
3	Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo	12	0
4	La interacción de intercambio	8	0
5	Anisotropía magnética	8	0

6	Dominios magnéticos y pared de dominio	3	0
7	Mecanismos de magnetización	4	0
8	Técnicas experimentales	8	0
9	Materiales magnéticos	10	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Perspectiva histórica. 1.2. Conceptos básicos y magnetostática. 1.3. Corriente eléctrica y campo magnético. Ley de Ampere. Ley de Biot Savart. Momento magnético, inducción magnética, flujo magnético magnetización, permeabilidad y susceptibilidad magnética. 1.4. Clasificación de materiales por susceptibilidad magnética. El campo de desmagnetización, factores de desmagnetización, energía agnetostática. 1.5. Unidades magnéticas: sistemas cgs, SI.
2	Origen atómico del momento magnético 2.1. Átomo de hidrógeno y números cuánticos. 2.2. Efecto Zeeman, espin electrónico, principio de exclusión de Pauli, acoplamiento Russell-Saunders, reglas de Hund. 2.3. Modelo vectorial del átomo
3	Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo 3.1. Efecto diamagnético, susceptibilidad diamagnética, superconductores y efecto Meissner. 3.2. Teoría de Langevin del paramagnetismo, ley de Curie, paramagnetismo de Pauli. 3.3. Teoría del campo molecular del ferromagnetismo, Ley de Curie-Weiss, magnetización espontánea, curva de Slater-Pauiling, magnetismo de electrones itinerantes. Antiferromagnetismo, ferrimagnetismo
4	La interacción de intercambio 2.1. Intercambio directo. El hamiltoniano de Heisenberg, curva de Bethe-Slater. 2.2. Intercambio indirecto. Doble intercambio, superintercambio, interacción RKKY. 2.3. El modelo de Ising 4.4 Ondas de espin
5	Anisotropía magnética 5.1. Anisotropía magnetocristalina. El campo cristalino. Energía de anisotropía: simetría cúbica y uniaxial. Magnetostricción. 5.2. Modelo de un solo ión: anisotropía de átomos 3d y 4f. 5.3. Anisotropía de forma. 5.4. Anisotropía inducida
6	Dominios magnéticos y pared de dominio 6.1. Formación de dominios magnéticos. 6.2. Pared de dominio magnético: estructuras, energía, ancho. 6.3. Técnicas de observación de dominios magnéticos.
7	Mecanismos de magnetización

	7.1. Partículas monodominio. Teoría de Stoner-Wohlfarth. 7.2. Movilidad de pared de dominio. Deformación reversible, desplazamiento irreversible, anclaje de pared. Rotación de espín. 7.3. Histéresis
8	Técnicas experimentales 8.1. Magnetometría de muestra vibrante 8.2. Magnetómetro SQUID 8.3. Espectroscopía de inductancias 8.4. Métodos inductivos 8.5. Temperatura de Curie: curvas de magnetización-temperatura, DSC, TGA
9	Materiales magnéticos 9.1. Clasificación de materiales magnéticos basados en el campo coercitivo 9.2. Materiales magnéticos suaves. Aleaciones cristalinas (preparación, composición, propiedades). Aleaciones amorfas (preparación, composición, propiedades). Ferritas (preparación, composición, propiedades). Aplicaciones. 9.3. Materiales magnéticos duros. Aleaciones cristalinas (preparación, composición, propiedades). Ferritas (preparación, composición, propiedades). Superimanes (preparación, composición, propiedades). Aplicaciones. 9.4. Materiales para grabación magnética. Películas delgadas y multicapas (preparación, composición, propiedades). Magnetoresistencia y válvulas de espín.

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Buschow K.H.J., De Boer F.R., *Physics of Magnetism and Magnetic Materials*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003.
2. O'Handley R.C., *Modern Magnetic Materials*, John Wiley & Sons, New York, 2000.

3. Valenzuela R., *Magnetic Ceramics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

Bibliografía complementaria:

1. Betancourt I., Editor, *Magnetic materials: Current topics in amorphous wires, hard magnetic alloys, ceramics, characterization and modeling*, Research SignPost, Kerala, 2007.
2. Chikazumi S., *Physics of ferromagnetism*, Oxford: Clarendom Press, New York, 1997.
3. Cullity B.D., *Introduction to magnetic materials*, Addison-Wesley, Massachusets, 1972.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Semiconductores**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los fundamentos teóricos que le permitan comprender el origen de las propiedades electrónicas y ópticas de los materiales semiconductores, así como sus aplicaciones y algunas de las principales técnicas para su fabricación.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Estructura, composición y preparación de semiconductores	4	0
3	Teoría de bandas de semiconductores cristalinos	16	0
4	Niveles de energía en semiconductores extrínsecos	10	0

5	Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores cristalinos	16	0
6	Aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas de los semiconductores	14	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Características básicas y definición de un semiconductor 1.2. Importancia práctica y científica de los semiconductores 1.3. Tipos, aplicaciones y usos de los semiconductores
2	Estructura, composición y preparación de semiconductores 2.1 Enlaces en los semiconductores. Clasificación de los semiconductores según su estructura 2.2. Métodos de preparación de semiconductores en forma volumétrica 2.3. Técnicas de fabricación de materiales semiconductores en película delgada
3	Teoría de bandas de semiconductores cristalinos 3.1. Resumen de la descripción de materiales cristalinos: red cristalina y red recíproca, periodicidad y simetrías, celda unitaria en el espacio real y primera zona de Brillouin 3.2. Niveles de energía para las componentes de un cristal. Análisis intuitivo 3.3. Ecuación de Schroedinger para un cristal 3.4. Aproximaciones de: electrones de valencia, de iones, adiabática o de Born Oppenhaimer 3.5. Funciones de Bloch y funciones de Wannier 3.6. Aproximación del campo efectivo o del electrón independiente Hamiltoniano de un solo electrón 3.7. Condiciones a la frontera o Bom-von Karman 3.8. Estructura de bandas de energía en conductores, aislantes y semiconductores 3.9. Estructura electrónica de semiconductores intrínsecos. Transiciones electrónicas, bandas directas y bandas indirectas 3.10. Aproximación de la masa efectiva. Concepto de hueco y bandas parabólicas 3.11. Densidad de estados en la banda de conducción y de valencia de un semiconductor intrínseco 3.12. Distribución electrónica y concentración de electrones en la banda de conducción y de huecos en la banda de valencia 3.13. Neutralidad y ley de acción de masas 3.14. Energía de Fermi en un semiconductor intrínseco
4	Niveles de energía en semiconductores extrínsecos 4.1. Impurezas y otros defectos en semiconductores cristalinos 4.2. Impurezas hidrogénicas o poco profundas

	4.3. Niveles de energía de impurezas hidrogénicas donadoras. Semiconducto tipo-n 4.4. Niveles de energía de impurezas hidrogénicas aceptoras. Semiconducto tipo-p 4.5. Neutralidad, concentración de portadores de carga y nivel de Fermi en semiconductores extrínsecos tipo-n y tipo-p
5	Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores cristalinos 5.1. Transporte de portadores de carga en un semiconductor fuera de equilibrio 5.2. Arrastre y Difusión. Relaciones de Einstein 5.3. Movilidad de portadores de carga 5.4. Conductividad eléctrica en un semiconductor intrínseco y su comportamiento con la temperatura 5.5. Efectos de la impurificación en la conductividad eléctrica de un semiconductor 5.6. Tipo de conductividad y Efecto Hall 5.7. Procesos de generación y recombinación de portadores de carga 5.8. Fenómeno de fotoconductividad 5.9. Efectos termoeléctricos 5.10. Procesos de absorción y emisión radiativa en semiconductores. Absorción y emisión de luz 5.11. Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores policristalinos y amorfos 5.12. Fenómenos de transporte, generación y recombinación de portadores de carga en semiconductores
6	Aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas de los semiconductores 6.1. Sensores térmicos y fotodetectores 6.2. Puntas Hall para medir campos magnéticos 6.3. Diodos rectificadores y diodos emisores de luz. Láseres de estado sólido 6.4. Transistores bipolares y de efecto campo 6.5. Celdas solares 6.6. Estructuras electroluminiscentes 6.7. Intercambiadores de calor 6.8. Circuitos integrados 6.9. Otras aplicaciones

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Ashcroft N.W. and Mermin N.D. Solid State Physics, Holt-Saunders Intemational Edit., Londres, 1976.
2. Kittel C., Introduction to Solid State Physics, 7th Edition, John Wiley and Sons, N.Y., 1996Neamen Donald A. Semiconductors Physics and Devices, Basic Principles Irwin Inc, 1992.
3. Cardona M. and Yu P.Y., Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties, Springer, Berlin Heildelberg, 1996.
4. Mckelvey J.P., Física del Estado Sólido y de los Semiconductores, Limusa, México, 1980.

Bibliografía complementaria:

1. Pankove J.I Optical Processes in semiconductors Dover Publications, Inc N.Y. 1971.
2. Roy A. Colclaser and Sherra Diehl-Nagle, Materials and Devices for Electrical Engineers and Physicists, McGraw-Hill Book Company, 1985.
3. Sze S.M., Semiconductor Devices Physics and Technology, John Wiley & Sons, 1985.
4. Sze S.M., Physics of Semiconductor Devices, 2nd. Edition, John Wiley & Sons, 1981.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Temas Selectos de Materiales Electrónicos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales electrónicos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0

Total	64	0
Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas		Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:
La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.

Bibliografía complementaria:
La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto

CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES METÁLICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Fundamentos de Metalurgia Física**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno será capaz de entender, desde un punto de vista físico y químico, de los procesos que ocurren a nivel microscópico durante la elaboración y conformado de los metales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos básicos	8	0
2	Dislocaciones y deformación plástica	8	0
3	Fronteras de grano	6	0
4	Diagramas de fase	8	0
5	Fenómenos de difusión	4	0

6	Solidificación en metales	6	0
7	Aleaciones ferrosas	10	0
8	Aleaciones no ferrosas	10	0
9	Temas selectos	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Conceptos básicos 1.1. La estructura de los metales 1.2. Enlaces cristalinos 1.3. Defectos cristalinos
2	Dislocaciones y deformación plástica 2.1. El generador de dislocaciones de Frank-Read 2.2. Nucleación de dislocaciones 2.3. Sistemas de deslizamiento 2.4. Relaciones entre densidad de dislocaciones y esfuerzo 2.5. Relación de Taylor
3	Fronteras de grano 3.1. Definición 3.2. Campo de esfuerzos en una frontera de grano 3.3. Energía de una frontera de grano 3.4. Las relaciones de Ranganathan 3.5. Recristalización
4	Diagramas de fase 4.1. Soluciones sólidas 4.2. La regla de las fases 4.3. Curvas de enfriamiento 4.4. Transformaciones eutécticos y eutectoides 4.5. Transformaciones peritécticas y peritectoides 4.6. Otras transformaciones
5	Fenómenos de difusión 5.1. Estado estacionario (1° ley de Fick) 5.2. Estado no estacionario (2° ley de Fick)
6	Solidificación en metales 6.1. Nucleación y fase líquida 6.2. La interface liquido sólido 6.3. Crecimiento dendrítico 6.4. Fenómenos de segregación y homogeneización
7	Aleaciones ferrosas 7.1. Diagrama de fases Fe-C 7.2. Estudio de las microestructuras características 7.3. Las curvas TTT 7.4. Procesos de endurecimiento en el acero
8	Aleaciones no ferrosas 8.1. Al y sus aleaciones 8.2. Cu y sus aleaciones

	8.3. Ti y sus aleaciones 8.4. Ni y sus aleaciones
9	Temas selectos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Hosford I. F., Physical Metallurgy, Taylor and Francis Group, Washington, 2005.
2. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., Physical Metallurgy Principles, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994.

Bibliografía complementaria:

1. Gaskell D.R., Introduction to Thermodynamics of Materials, Taylor and Francis, Washington, 1995.
2. Haasen P. and Cahn R.W., Physical Metallurgy, 3rd. Edition, North Holland Physics Publishing, Amsterdam, 1983.
3. Porter D.A. and Easterling K.E., Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.
4. Smallman R.E., Modern Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Butterworths, London, 1985.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Fundamentos de Solidificación**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los mecanismos de nucleación y crecimiento, los cuales definen las diferentes microestructuras y fenómenos que suceden durante la solidificación de los metales y aleaciones.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Nucleación	8	0
3	Solidificación de metales puros	8	0
4	Solidificación de aleaciones	10	0
5	Solidificación de eutécticos y peritécticos	4	0
6	Crecimiento dendrítico	10	0
7	Segregación	10	0

8	Estructura de piezas coladas	10	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción
2	Nucleación 2.1. Aspectos termodinámicos 2.2. Nucleación homogénea 2.3. Nucleación heterogénea
3	Solidificación de metales puros 3.1. Distribución de temperaturas 3.2. Estabilidad de la interfase pura 3.3. Crecimiento de la interfase sólido-líquido
4	Solidificación de aleaciones 4.1. Solidificación al equilibrio 4.2. Solidificación normal 4.3. Solidificación real 4.4. Distribución de soluto 4.5. Estabilidad de la interfase líquido- sólido
5	Solidificación de eutécticos y peritécticos
6	Crecimiento dendrítico 6.1. Crecimiento de dendritas 6.2. Crecimiento dendrítico equiaxial 6.3. Crecimiento dendrítico columnar
7	Segregación 7.1. Microsegregación 7.2. Macrosegregación
8	Estructura de piezas coladas 8.1. Macroestructura 8.2. Variables que afectan la microestructura 8.3. Teorías de formación 8.4. Control de estructuras

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Flemmings M.C., *Solidification Processing*, McGraw Hill, 1974.
2. Minkoff I., *Solidification and Cast Estructure*, John Wiley & Sons, 1986.

Bibliografía complementaria:

1. Atsumi O., *Solidification, the Separation Theory and its Aplications*, Springer Verlag, 1987.
2. Chalmers B., Editor, *Principles of Solidification*,John Wiley,& Sons New York, 1964.
3. Kurz W. and Fisber D.J., *Fundamentals of Solidification*, Trans. Tech. Publications, 1984.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA

E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Materiales Compuestos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno comprenderá y manejará el formalismo tensorial de la teoría de la elasticidad y lo aplicará a los "composites" formados por fibras unidireccionales, arreglos laminares y fibras cortas. Asimismo estudiará los mecanismos más característicos de falla de estos materiales, así como el control de la interface metal-cerámico que regula en gran parte su comportamiento mecánico y conocerá casos prácticos de aplicación de estos materiales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Materiales constituyentes y propiedades	16	0
3	La región interfacial	8	0
4	Materiales compuestos continuos (fibras largas)	16	0

5	Materiales compuestos discontinuos, (fibras cortas y partículas)	10	0
6	Mecanismos de fallas en materiales compuestos	10	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. El mercado de los materiales compuestos 1.2. Tipos y clasificación de materiales compuestos
2	Materiales constituyentes y propiedades 2.1. El concepto de transferencia de carga 2.2. Refuerzos 2.2.1. Descripción de las fibras comerciales 2.2.2. Discusión comparativa de propiedades mecánicas 2.3. Matrices 2.3.1. Descripción de las matrices metálicas comerciales 2.3.2. Discusión comparativa de propiedades mecánicas
3	La región interfacial 3.1. Mecanismos de enlace entre refuerzo y matriz 3.2. Métodos experimentales de medición de la fuerza de enlace 3.3. Propiedades mecánicas y su correlación con la calidad de la interface
4	Materiales compuestos continuos (fibras largas) 4.1. Métodos de fabricación 4.2. Calculo de resistencia y módulo específico 4.3. Tensor esfuerzo-deformación caso general y casos particulares de interés 4.4. Cálculo de constantes elásticas de sistemas anisotrópicos 4.5. Transformación de coordenadas y constantes elásticas (formalismo general) 4.6. Cálculo de constantes ingenieriles 4.7. Compuestos unidireccionales 4.8. Compuestos laminares 4.9. Aplicaciones
5	Materiales compuestos discontinuos, (fibras cortas y partículas) 5.1. Métodos de fabricación 5.2. Distribución de esfuerzos y deformaciones dentro del material 5.3. Modelos micromecánicos 5.4. Aplicaciones
6	Mecanismos de fallas en materiales compuestos 6.1. Fallas en esfuerzo uniaxial 6.2. Fallas en esfuerzo transversal 6.3. Fallas en esfuerzo de corte

Estrategias didácticas	Evaluación del aprendizaje

Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Daniels I.M. and Ishai O., Engineering Mechanical of Composites Materials, Oxford University Press, 1994.
2. Hull D. and Clyne T.W., An Introduction to Composites Materials, Cambridge Solid State Science Series. Cambridge University Press, 2nd. Edition, 1996.

Bibliografía complementaria:

1. Ashbee K., Fundamental Principles of Fiber Reinforced Composites, Technomic Publishing Co., 1993.
2. Everett R.K. and Arsenault R.J., Editors, Metal Matrix Composites, Academic Press, 1991Paipetis S.A. Editor, Engineering Applications of New Composites, Omega Scientific, 1988.
3. Suresh S., Mortensen A. and Needleman A., Fundamentals of Metal Matrix Composites, Butterworth-Heinemann, 1993.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Procesos Cinéticos en Metalurgia Física**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )	Horas	

Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno profundizará en tres aspectos básicos en el desarrollo de las transformaciones de fase en el estado sólido: difusión, cinética de nucleación y crecimiento e interfaces.

Asimismo analizará las ecuaciones básicas de diferentes modelos para conocer algunas formas de determinar difusividades y utilizar la raíz cuadrada de la difusividad que se usa en aleaciones ternarias o de más elementos.

Reconocerá los procesos difusionales de los subordinados al movimiento de la interfaz y en el rubro de interfaces, analizará la dependencia de la energía de superficie en la morfología y cinética de las transformaciones, asimismo conocerá algunas técnicas para determinar energías de superficie en sólidos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Difusión	24	0
2	Cinética de nuleación y crecimiento	20	0
3	Interfaces	20	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Difusión 1.1. 1a y 2a leyes de Fick. 1.2. Modelo atomístico y estadístico de la difusión. Movilidad atómica, potencial químico, difusión contrasentido, difusión multifase 1.3. Difusión sustitucional. Efecto Kirkendall. Interdifusividad y difusividad intrínseca. Metodo de Matano para determinación de difusividades. Difusividad intersticial. Efecto Snoek 1.4. Introducción al estudio de la difusividad: caso multicomponente. Raíz cuadrada de la difusividad 1.5. Movimientos no difusionales: maclado
2	Cinética de nuleación y crecimiento 2.1. Clasificación de las transformaciones 2.2. Nucleación. Teorías clásicas: Volmer Weber, Becker Doring. Velocidad de nucleación 2.3. Nucleación heterogénea. Nucleación homogénea y heterogénea en sólidos 2.4. Crecimiento difusional. Crecimiento regido por la interfaz 2,5. Cinética total. Ecuación de Avrami y Johnson-Mehl. Diagramas TTT
3	Interfaces 3.1. Energía libre de superficie (20 horas) 3.2. Clasificación de interfaces. Geometría de interfaces 3.3. Medición de la energía libre de superficie en sólidos. Movimiento de borde de grano 3.4. Fuerza motriz y movilidad de bordes

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Porter D.A. and Easterling K.E., Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.
2. Shewmon P.G., Transformations in Metals, McGraw Hill, 1969.
3. Shewmon P.G., Diffusion in Solids, McGraw Hill, 1996.
4. Verhoeven J.D., Principles of Physical Metallurgy, John Wiley & Sons, 1974.

Bibliografía complementaria:

1. Cahn R.N. and Haasen P., Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Elsevier, 1996.
2. Christian J.W., The Theory of Transformations in Metals and Alloys, 2nd Edition. Pergammon Press, 1975.
3. Doremus R.H., Rates of Phase Transformations, Academic Press, 1985.
4. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., Physical Metallurgy Principles, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994
5. Sinha A.K., Ferrous Physical Metallurgy, 4th Edition, Butterworths, London, 1985.
6. Smallman R.E., Modern Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Butterworths, London, 1997.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Solidificación**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los mecanismos de nucleación y crecimiento, el origen de las diferentes microestructuras que resultan de la solidificación rápida, y el efecto que tiene la solidificación sobre la distribución de un soluto.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Estabilidad morfológica de la interface plana	12	0
3	Inestabilidad morfológica de una interface plana	20	0
4	Crecimiento dendrítico	12	0
5	Fenomenología en la punta de la dendrita	12	0
6	Microsegregación	6	0

Total	64	0
Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Estructuras características de la solidificación
2	Estabilidad morfológica de la interface plana 2.1. Análisis lineal de la estabilidad 2.2. La condición de igualdad 2.3. El criterio de estabilidad 2.4. Análisis no lineal de la estabilidad 2.5. Estabilidad morfológica bajo condiciones fuera de equilibrio 2.6. La transición de la interfase plana a celular o dendrítica
3	Inestabilidad morfológica de una interface plana 3.1. Inestabilidad de la interface plana en substancias puras 3.2. Apilamiento de soluto en la interface plana 3.3. Inestabilidad de la interface plana en aleaciones 3.4. El análisis de la perturbación 3.5. Equilibrio local de la interface plana 3.6. Efectos de capilaridad
4	Crecimiento dendrítico 4.1. Celdas 4.2. Crecimiento dendrítico en el rango Vcs<V<Vab 4.3. Crecimiento dendrítico equiaxiado 4.4. Crecimiento de dendritas 4.5. Grupos adimensionales 4.6. Teoría del crecimiento dendrítico 4.7. Modelos de crecimiento dendrítico
5	Fenomenología en la punta de la dendrita 5.1. Radio de la punta de la dendrita 5.2. Campo térmico en la punta de la dendrita 5.3. Campo difusional en la punta de la dendrita 5.4. Espaciamiento dendrítico primario 5.5. Espaciamiento dendrítico secundario
6	Microsegregación 6.1. Segregación de soluto durante la solidificación 6.2. Atrapamiento de soluto en condiciones fuera de equilibrio 6.3. Mecanismos para la formación de estructuras libres de segregación

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	

Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Aziz M. J., *J. Appl. Phys*., 53 (1982) 115.
2. Cahn R.W., Haasen P. and Kramer E.J., *Processing of Metals and Alloys*, Vol. 15, Materials Science and Technology, 1991.
3. Chalmers B., Editor, *Principles of Solidification*, Wiley, New York, 1964.
4. Fleegs M.C., *Solidification Processing*, McGraw-Hill, New York, 1974.
5. Jones H., *Rapid Solidification of Metals and Alloys*, London, Institute of Metals, 1982.
6. Kurz W. and Fisber D.J., *Fundamentals of Solidification*, Trans Tech Publications, 1984.
7. Kurz W., Giovanola B. and Trivedi R., *Acta Metall*., 34 (1986) 823.
8. Papapetrou A., Krist Z., A92 (1953) 89
9. Scheil E. Z., *Metallk*., 34 (1942) 70.

Bibliografía complementaria:

1. Carslaw H.S. and Jaefer J.C., *Conduction of Heat in Solids*, 2nd Ed., Oxford University Press, London.
2. Geiger G.H. and Poirier D.R., *Transport Phenomena in Metallurgy*, Addison-Wesley, 1973.
3. Jackson K.A., *Solidification*, American Society for Metals, Trans. Tech. Publications, 1984.
4. Szekely J. and Tuemelis N.J., *Rate Phenomena in Process Metallurgy*, Wiley-Interscience, N.Y., 197l.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Superplasticidad**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá otros mecanismos que tiene la materia para deformarse, reconociendo que los sistemas clásicos de deformación por dislocaciones se intercambian por procesos de deformación por deslizamiento de granos, originando deformaciones en los metales semejantes a los presentados por los polímeros.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Concepto de superplasticidad y origen histórico	4	0
2	Tipos de superplasticidad	6	0
3	Mecanismos de deformación a alta temperatura y relaciones fenomenológicas para superplasticidad por granos finos	8	0

4	Cristalografía de la estructura de granos finos	12	0
5	Cerámicas superplásticas	8	0
6	Superplasticidad en compuestos intermetálicos	8	0
7	Superplasticidad a alta rapidez de deformación	4	0
8	Ductilidad y fractura de materiales superplásticos	6	0
9	Conformado superplástico y soldadura por difusión	4	0
10	Ejemplos comerciales de productos superplásticos	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Concepto de superplasticidad y origen histórico
2	Tipos de superplasticidad 2.1. Superplasticidad por granos finos 2.2. Superplasticidad por transformación de fase
3	Mecanismos de deformación a alta temperatura y relaciones fenomenológicas para superplasticidad por granos finos 3.1. Mecanismos de fluencia lenta 3.2. Mecanismos por deslizamiento de granos
4	Cristalografía de la estructura de granos finos 4.1. Aleaciones basadas en aluminio 4.2. Aleaciones basadas en magnesio 4.3. Aceros superplásticos 4.4. Aleaciones basadas en titanio 4.5. Aleaciones basadas en níquel 4.6. Aleaciones basadas en cinc
5	Cerámicas superplásticas 5.1. Cerámicas basadas en óxido de circonio tetragonal 5.2. Cerámicas basadas en alúmina 5.3. Superplasticidad en materiales geológicos
6	Superplasticidad en compuestos intermetálicos 6.1. Intermetálicos del níquel 6.2. Intermetálicos con titanio 6.3. Intermetálicos con hierro
7	Superplasticidad a alta rapidez de deformación
8	Ductilidad y fractura de materiales superplásticos 8.1. Comportamiento de los superplásticos en tensión 8.2. Cavitación
9	Conformado superplástico y soldadura por difusión
10	Ejemplos comerciales de productos superplásticos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Actividades

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Chokshi A.H., Superplasticity in Advanced Materials, ICSAM-97, Trans. Tech. Publications, Switzerland, 1997.
2. Mayo M.J., Kobayashi M., and Wadsworth J., Superplasticity in Metals, Ceramics and Intermetallics. MRS V. 196, 1990.
3. Padmanabhan K.A., The Physics of the Superplasticity, Springer Verlag, Berlin, 1985.

Bibliografía complementaria:

1. Nieh T.G., Wadsworth J., and Sherby O., Superplasticity in Metal and Ceramics, Cambridge, Solid State Science Series, 1996.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Temas Selectos de Materiales Metálicos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		64 Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales metálicos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0

Total	64	0
Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas		Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:
La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.

Bibliografía complementaria:
La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.

CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		64 Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los aspectos de reciclaje de los polímeros, materiales a base de los polímeros y materiales compuestos.

El alumno deberá contar con conocimientos de química inorgánica y orgánica, ingeniería química, química física, química y procesamiento de polímeros.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Polímeros alrededor de nosotros	10	0

3	Estrategias generales de reciclaje de los polímeros	6	0
4	Preparación de los polímeros para reciclaje	12	0
5	Esquemas de reciclaje de los principales polímeros producidos en grande escala	16	0
6	Polímeros producidos en pequeña escala	2	0
7	Reciclaje de las materias primas	6	0
8	Descomposición, incineración y oxidación supercrítica de los polímeros	2	0
9	Terraplén	2	0
10	Aplicación de los polímeros reciclados	2	0
11	Eficacia ecológica de las tecnologías modernas y dirección general de reciclaje de residuos poliméricos	2	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Sociedad humana en siglo post-industrial: progreso y problemas. 1.2. Reporte de estado de los residuos urbanos e industriales. 1.3. Materiales poliméricos como parte dominante de los residuos.
2	Polímeros alrededor de nosotros 2.1. ¿Qué es un polímero? 2.2. Principios básicos de la síntesis polimérica. 2.3. Estructura química y topología de los polímeros. 2.4. Morfología de los polímeros. 2.5. Clases principales de los polímeros. 2.6. Polímeros producidos en la industria. 2.7. Procesamiento de los polímeros y sus aplicaciones.
3	Estrategias generales de reciclaje de los polímeros 3.1. Reciclaje mecánico y de materias primas. 3.2. Recuperación de los productos en el área de la petroquímica y la energética. 3.3. Incineración. 3.4. Decomposición. 3.5. Terraplén.
4	Preparación de los polímeros para reciclaje 4.1. Colección de los polímeros. 4.2. Clasificación y separación de los polímeros. 4.3. Métodos instrumentales del análisis de las mezclas poliméricas. 4.4. Reducción del tamaño de los polímeros.
5	Esquemas de reciclaje de los principales polímeros producidos en grande escala 5.1. Poliolefinas (polietileno, polipropileno, copolímeros de baja y alta densidad) 5.2. Cloruro de polivinilo y sus copolímeros, 5.3. Poliestereno y sus copolímeros, 5.4. Tereftalatos de polietileno- y polibutileno,

	5.5. Termoplásticos, 5.6. Nylons, 5.7. Acrílicos, 5.8. Poliuretanos, 5.9. Composites poliméricos y plásticos termoendurecidos, 5.10. Hules, elastómeros, llantas, 5.11. Polímeros biodegradables.
6	Polímeros producidos en pequeña escala Polímeros con grupos fluoro, amino, siliconas, epóxidos, polisulfuros
7	Reciclaje de las materias primas 7.1. Pirólisis, 7.2. Hidrogenación, 7.3. Gasificación.
8	Descomposición, incineración y oxidación supercrítica de los polímeros
9	Terraplén
10	Aplicación de los polímeros reciclados
11	Eficacia ecológica de las tecnologías modernas y dirección general de reciclaje de residuos poliméricos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. G. Akovali, C. Bernanrdo, J. Leidner, L. A. Utracki, M. Xanthos, Eds. *Frontiers in t Science and Technology of Polymer Recycling*. NATO ASI Series, Series E: Appli Sciences. V. 351. Kluwer Academic Publishers, 1998.
2. H .G Elias. *An introduction to plastics*. VCH Publishers, New York, 1993.
3. John Scheirs. *Polymer Recycling.* Wiley Seies in Polymer Science, Wiley & Sons, Ne York, 1998.
4. K. D. Sadhan, A. Isayev, K. Khait, Eds. *Rubber Recycling*. CRC Press, 2005.K. J. Saunde *Organic polymer chemistry*, Chapman & Hall, Second edition, New York, 1988.

Bibliografía complementaria:

1. Ehrig, R. J. Ed. *Plastic Recycling*. Hanser Publishers, Munich, 1992.
2. Feldman, D. and A. Barbalata, Eds., *Synthetic polymers*, Chapman & Hall, New Yo 1996.
3. Kahovec, J. Ed. *Recycling of Polymers*. *Macromolecular Symposia*, v.135, 1998.
4. Muccio, E. *Plastic processing technology*. ASM International, 1994.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Física de Polímeros**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno adquirirá conocimientos sobre la física de los polímeros, orientado al entendimiento de la relación estructura-propiedad. Asimismo, conocerá las interrelaciones entre la estructura física y química de las moléculas, así como el comportamiento de los materiales poliméricos en sus diferentes estados condensados.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Estructura de los polímeros	8	0
2	Comportamiento de los polímeros	6	0
3	El estado cristalino	7	0
4	El estado vítreo	7	0
5	El estado elastomérico	9	0

6	Estado cristal-líquido	5	0
7	Teoría del comportamiento viscoelástico	9	0
8	Teoría estadística de cadenas poliméricas	8	0
9	Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos	5	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Estructura de los polímeros 1.1. Polimerización 1.2. Conformación de cadenas poliméricas 1.3. Estados configuracionales de polímeros 1.4. Distribución de pesos moleculares.
2	Comportamiento de los polímeros 2.1. Sistemas poliméricos y diferentes estados condensados 2.2. Estructura y propiedades 2.3. Las cinco regiones del comportamiento viscoelástico 2.4. Movilidad molecular y relajación
3	El estado cristalino 3.1. Estructura y morfología de polímeros cristalinos 3.2. Mecanismos de cristalización 3.3. En bulto (masa) y por deformación 3.4. Deformación de polímeros cristalinos 3.5. Cinética de cristalización. Teoría de Avrami 3.6. Propiedades y estructuras química y física
4	El estado vítreo 4.1. Estructura de polímero vítreos 4.2. Conformación y dinámica molecular 4.3. La temperatura de transición vítrea 4.4. Propiedades y estructura química
5	El estado elastomérico 5.1. Entrecruzamiento químico y físico, modelos 5.2. Procesos de relajación 5.3. Elasticidad de hules 5.4. Principio de superposición tiempo-temperatura 5.5. Curvas maestras y factor de corrimiento logarítmico. 5.6. Modelos de volumen libre 5.7. Efecto de las estructuras química y física
6	Estado cristal-líquido 6.1. Estructura de mesofases 6.2. Termodinámica y diagramas de fases 6.3. Formación de cristales líquidos 6.4. Efectos de las estructuras química y física
7	Teoría del comportamiento viscoelástico 7.1. Principio de superposición de Boltzmann 7.2. Módulos de relajación y de compliansa 7.3. Modelos viscoelásticos

	7.4. Modelos viscoelásticos de Maxwell, Voigt y Zener. 7.5. Módulos complejos y comportamiento periódico 7.6. Espectros de relajación y de retardación
8	Teoría estadística de cadenas poliméricas 8.1. Descripción Gaussiana de un conjunto de macromoléculas 8.2. Ecuación de estado de una cadena polimérica 8.3 Contribuciones energéticas en la elasticidad de hules 8.4. Factores que afectan la elasticidad de los hules 8.5. Grado de entrecruzamiento, hinchamiento, cargas y cristalización
9	Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos 9.1. Modelo de Rouse 9.2. Modelo de Zimm 9.3. Modelo de reptación

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

Estructura de los polímeros

1. Gedde. U.W., *Polymer Physics*, Chapman Hall, London, 1994.
2. Kumar, A., Gupta R. K., *Fundamentals of Polymer Engineering*, Ed. Marcel Dekker, 2003.
3. Odian, G., *Principles of polymerization*, Wiley & Sons, 2004.

Comportamiento de los polímeros.

4. Munk P., *Introduction of Macromolecular Science*, Wiley-Interscience, N.Y., 1989.
5. Sperling L.H., *Introduction to Physical Polymer Science*, 2nd. Edition, Wiley-Interscience, N.Y., 1992.

El estado cristalino.

6. Billmeyer F.W., Jr., *Textbook of Polymer Science*, 3rd. Ed., Wiley, N.Y., 1984.
7. Sedlacek B., Editor, *Morphology of Polymers*, de Gruyter, Berlín, 1986.
8. Woodward A.E., *Atlas of Polymer Morphology*, Hanser, Pub., N.Y., 1989.

El estado vítreo.

9. Ferry J.D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3rd. Ed., Wiley, N.Y., 1981.
10. Perepechko I.I., *An Introduction to Polymer Physics*, Mir, Moscow, 1981.

El estado elastomérico.

11. Rosen H., *Fundamental Principles of Polymeric Materials*, 2nd. Ed., SPE, Wile Interscience, N.Y., 1993.
12. Tager A., *Physical Chemistry of Polymers*, 2nd. Ed., Mir, Moscow, 1978.

Estado cristal-líquido.

13. Sperling L.H., *Introduction to Physical Polymer Science*, 2nd. Edition, Wile Interscience, N.Y., 1992.

Teoría del comportamiento viscoelástico.

14. Ferry J.D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3th. Ed., Wiley, N.Y., 1981.
15. Billmeyer F.W. Jr., *Textbook of Polymer Science*, 3th. Ed. Wiley, N.Y., 1984.

Teoría estadística de cadenas poliméricas.

16. Aklonis J.J., and Macknight W.J., *Introduction to Polymer Viscoelasticity*, 2nd. E Wiley, N.Y., 1983.
17. Mark J.E. and Erman B., *Rubberlike Elasticity, a Molecular Primer*, Wil Interscience Pub., N.Y., 1988.
18. Ward I.M., *Mechanical Properties of Solid Polymers*, 2nd. Ed., Wiley, London, 198

Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos.

19. Boyd R.H., and Phillips P.J., *The Science of Polymer Molecules*, Cambridge Universi Press, Camb., UK, 1993.
20. Doi M., and Edwards S., *The Theory of Polymer Dynamics*, Oxford Univ. Pres Oxford U.K., 1986.

Bibliografía complementaria:

1. Brandrup J. and Immergut E.H., Editors, *Polymer Handbook*, Wiley, N.Y., 1986.
2. Bird R.B., Curtis F., Armstrong R.C., and Hassayer O., *Dynamics of Polymeric Liquids, Kinetic Theory*, Wiley, N.Y., 1987.
3. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Wiley, N.Y., 1985.
4. Mark J.E., Eisenberg A., Graessley W.W. and Mandelkern L., *Physical Properties of Polymers*, 2nd. Ed., ACS Professional Ref. Book, Washington D.C., 1993.
5. Young R.J. and Lovell P.A., *Introduction to Polymers*, Chapman and Hall, 1991.

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES					
Programa de la actividad académica	**Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno estudiará las propiedades fisicoquímicas de los polímeros y su correlación con su estructura molecular y morfológica por medio de diferentes metodologías de caracterización de los materiales. Asimismo desarrollará habilidades para la selección de técnicas para medir las propiedades fisicoquímicas de los polímeros y la relacionen con la estructura de los polímeros.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Macromoléculas en solución	8	0
2	Gelación y vulcanización	8	0
3	Peso molecular y su distribución	12	0
4	Determinación de la microestructura de los polímeros	10	0
5	Propiedades térmicas	10	0
6	Propiedades eléctricas	8	0
7	Propiedades ópticas	8	0

	Total	64	0
	Suma total de horas	64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Macromoléculas en solución 1.1. Propiedades termodinámicas de soluciones poliméricas. Teorías de soluciones poliméricas 1.2. Conformación de los polímeros en solución y en estado sólido. Concepto de volumen excluido 1.3. Parámetros de solubilidad y equilibrio de fases		
2	Gelación y vulcanización 2.1. Teoría de Flory-Stockmayer 2.2. Teoría de percolación 2.3. Teoría dinámica de formación del gel.		
3	Peso molecular y su distribución 3.1. Sistemas polidispersos. Funciones de distribución. Momentos de la distribución 3.2. Masa molecular relativa y momentos estadísticos (Mn, Mw, Mz, Mv) 3.3. Métodos experimentales para su determinación: 3.3.1. Métodos químicos 3.3.2. Osmometría: vapor, membrana 3.3.3. Ultracentifugación. Sedimentación 3.3.4. Cromatografía de permeación en gel 3.3.5. Dispersión de luz 3.3.6. Viscosimetría		
4	Determinación de la microestructura de los polímeros 4.1. Análisis experimental 4.2. Técnicas de separación y purificación 4.3. Cromatografías 4.4. Espectroscopías infrarrojo y ultravioleta 4.5. Resonancia magnética nuclear 4.6. Rayos X 4.7. Microscopía electrónica		
5	Propiedades térmicas 5.1. Estado cristalino y amorfo. Factores que afectan la cristalinidad 5.2. Mecanismos y cinética de cristalización 5.3. Efectos de la variación de la temperatura. Fusión, descomposición 5.4. Transmisiones térmicas. Temperatura de transición vítrea 5.5. Análisis térmico diferencial (DSC y TGA)		
6	Propiedades eléctricas 6.1. Polarizabilidad 6.2. Propiedades dieléctricas 6.3. Conductividad iónica 6.4. Conductividad electrónica 6.5. Comportamiento del material en un campo eléctrico alternante		
7	Propiedades ópticas 7.1. Birrefringencia		

	7.2. Propiedades ópticas no lineales 7.3. Fotoluminiscencia

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Introduction to Physical Polymer Science 4th Edition
Author(s): L. H. Sperling
4th Edition
Publisher: *Wiley-Interscience*; 4 *edition* (December 7, 2005)
ISBN-13: 978-0471706069 / ISBN-10: 047170606X
Principles of Polymers-An Advanced Book
Editor: Dibyendu S. Bag
1st Edition, January 2013
DOI: 10.13140/2.1.4193.4402
Publisher: Nova Science Publishers, Inc., New York,
ISBN: 978-1-62081-408-6

2.Fundamentals of Polymer Science for Engineers
Author(s): Stoyko Fakirov
First published: 25 July 2017
Print ISBN: 9783527341313 |Online ISBN:9783527802180
|DOI:10.1002/9783527802180
Copyright © 2017 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

3.Analytical Methods for Polymer Characterization
Author(s): Rui Yang
January 10, 2018 by CRC Press
ISBN 9781482233544 - CAT# K22956

4.Handbook of Polymer Solution Thermodynamics

Authors: Ronald P. Danner, Martin S. High
Wiley, 2010
ISBN: 978-0-470-93823-2

5.Principles of Polymer Systems, Sixth Edition
Ferdinand Rodriguez, Claude Cohen, Christopher K. Ober, Lynden Archer
December 9, 2014 by CRC Press
ISBN 9781482223781 - CAT# K22345

6.Thermodynamics of polymer solutions: phase equilibria and critical phenomena
Author(s): Kenji Kamide.
Imprint: Amsterdam; New York: Elsevier, 1990.
Series: Polymer Science Library 9

Bibliografía complementaria:

1. Kurata M., Thermodynamics of Polymers Solutions, Hardwood, Ac. Pub., Blythe R., Electrical Properties of Polymer, Cambridge Univ. Press, 1979.
2. Rodríguez F., Principles of Polymer Systems, McGraw-Hill, 2002.
3. Sperling L.H., Introduction to Physical Polymer Science, 2nd. Edition, Wiley-Interscience, N.Y., 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Procesamiento de Materiales Poliméricos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá la metodología que permite el establecimiento de las ecuaciones que relacionan cuantitativamente las variables operativas de los principales sistemas de procesamiento de polímeros; esta capacitación deberá permitirle al estudiante proponer recomendaciones operativas científicamente fundamentadas, aplicables a sistemas industriales actualmente en operación.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	Extrusión	12	0
3	Inyección	14	0
4	Soplado	5	0

5	Compresión	3	0
6	Moldeo por Transferencia	3	0
7	Termoformado	3	0
8	Calandrado	3	0
9	Moldeo Rotacional	4	0
10	Fibras	5	0
11	Recubrimientos	4	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Generalidades al respecto de las técnicas de procesdamiento de los materiales poliméricos. 1.2. Propiedades reológicas de los fundidos poliméricos. 1.3. Flujo de fundidos poliméricos a trvaés de líneas de conducción con geometrías simples. 1.3.1. Flujo bajo presión. 1.3.2. Flujo de arrastre. 1.4. Selección de una metodología de procesamiento adecuada al material y al producto final deseado.
2	Extrusión 2.1. Introducción a la tecnología de la extrusión. 2.2. Extrusores de husillo simple. 2.3. Extrusores de doble husillo. 2.3.1. Extrusores corrotatorios. 2.3.2. Extrusores contrarotatorios. 2.4. Coextrusión (láminas y películas multicapas) 2.5. Generalidades para la operación de extrusores. 2.6. Características del material e inestabilidades en extrusión. 2.7. Tópicos selectos en extrusión.
3	Inyección 3.1. Introducción a la tecnología de la inyección. 3.2. Moldes y ductos en sistemas de inyección. 3.2.1. Diseño geométrico de los sistemas de llenado. 3.2.2. Sistemas de enfriamiento. 3.2.3. Generalidaes al respecto del diseño mecánico y construcción. 3.3. Moldeo por inyección de termoplásticos. 3.4. Moldeo por inyección de termofijos. 3.5. Corrección de fallas durante el moldeado. 3.6. Introducción al moldeo por inyección reactiva. 3.6.1. Mpoldeo por inyección reactiva de poliuretanos. 3.6.2. Moldeo por inyección reactiva en sistemas que no incluyen uretanos. 3.7. Tópicos selectos en inyección.
4	Soplado 4.1. Introducción a la tecnología del moldeo por soplado. 4.2. Moldeo por inyección-soplado.

	4.3. Moldeo por extrusión-soplado. 4.4. Introducción a la tecnología del soplado de películas tubulares. 4.5. Soplado de películas tubulares. 4.6. Aplicaciones del moldeo por soplado.
5	Compresión 5.1. Introducción a la tecnología del moldeo por compresión. 5.2. Moldeo por compresión. 5.3. Desarrollos actuales en moldeo por compresión. Compresión
6	Moldeo por Transferencia 6.1. Introducción a la tecnología del moldeo por transferencia. 6.2. Moldeo por transferencia de termoplásticos. 6.3. Moldeo por transferencia de termifijos. 6.4. Aplicaciones el moldeo por transferencia.
7	Termoformado 7.1. Introducción a la tecnología del termoformado. 7.2. Esfuerzos y orientación en el material. 7.3. Aplicaciones del termoformado.
8	Calandrado 8.1. Introducción a la tecnología del calandrado. 8.2. El modelo Newtoniano del calandrado. 8.3. El modelo de la ley de la potencia en calandrado. 8.4. Esfuerzos normales y viscoelasticidad en el calandrado. 8.5. Aplicaciones en el calandrado.
9	Moldeo Rotacional 9.1. Introducción a la tecnología del moleo rotacional. 9.2. Moldeo en hueco con PVC. 9.3. Polímeros en polvo. 9.4. Comparación entre el moldeo rotacional y moldeo por inyección. 9.5. Aplicaciones el moleo rotacional. 9.6. Tópicos selectos en moldeo rotacional.
10	Fibras 10.1. Introducción a la tecnología de la producción de fibras. 10.2. Estiramiento del fundido newtoniano isotérmico para la formación de fibras. 10.3. Estiramiento de fundido isotérmico que cumple la ley de la potencia para la formación de fibras. 10.4. Estiramiento de fundido viscoelástico para la formación de fibras. 10.5. Formación de fibras compuestas in situ. 10.5.1. Introducción a la formación de fibras compuestas in situ. 10.5.2. Revisión de los fenómenos que ocurren durante la formación de las fi compuestas in situ. 10.5.3. Formación de fibras compuestas a partir de mezclas extruídas. 10.5.4. Estiramiento uniaxial de mezclas poliméricas
11	Recubrimientos 11.1. Recubrimientos con rodillos. 11.2. Recubrimiento con cuchillas. 11.3. Recubrimientos libres.

	11.4. Tópicos selectos en tecnología de recubrimientos plásticos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Chabot J.F. Jr., *The development of plastics processing machinery and methods*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1992.
2. Cogswell F.N., Polymer melt reology. *A guide for industrial practice*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1981.
3. Dealy J.M., *Rheometers for molten. Plastics practical guide and property measurement*, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1982.
4. Fohes M.J. y Hope P.S., *Polymer blends and alloys*, Blackie Academic & Professional Chapman Hall, London, 1993.
5. Kresta J.E., *Reaction inyection molding*, Washington D. C., ACS Symp, 270, 1985
6. Morton-Jones D.H., *Procesamiento de plásticos. Inyección de moldeo, hule, PVC*, Limusa, México, 1993.

Bibliografía complementaria:

1. Martinelli F.G., Twin-Screw *Extruders a basic understanding*, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1983.
2. McCrom, N.G.,Buckley C.P.,Bucknall C.B. et_al., *Principles of polymer engineering*, Oxford University Press, New York, 1988.
3. Menges-Mohren, *Moldes para inyección de plásticos*, Calypso S. A., México, 1983.
4. Middleman, S., *Fundamentals of Polymer Processing*, Mc Graw-Hill Co., New York, 1977.
5. Ramos-de Valle, *Principios básicos de extrusión de plásticos*, Limusa, México, 1993.
6. Rubin I.I., *Injection molding. Theory and practice*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1972.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Síntesis de Polímeros**				
Clave	Semestre 2	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno obtendrá conocimientos sobre la química relacionada con la síntesis de polímeros a nivel de laboratorio.

El alumno deberá contar con conocimientos de los mecanismos de química orgánica y de cinética de reacción.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	Polimerización por pasos	28	0
3	Polimerización por adición/en cadena	22	0

4	Polimerización iónica	4	0
5	Copolimerización	2	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Estructura macromolecular; Tipos de polímeros; Propiedades típicas 1.2. Propiedades mecánicas; Estado viscoelástico 1.3 Pesos moleculares, polidispersidad; sus métodos de determinación
2	2. Polimerización por pasos (28 hora 2.1. Principios; Consideración teórica 2.2. Polimeros lineales, ramificados e intercruzados 2.3. Distribución de pesos moleculares 2.4. Punto de gelación; Aproximaciones de Carothers y Flory 2.5. Polímeros intercruzados; Tecnología de intercuzamiento 2.5.1. Poliésteres 2.5.2. Resinas fenólicas 2.5.3. Resinas epoxidas 2.5.4. Plásticos Amino 2.6. Ciclización vs polimerización lineal; Cinética 2.7. Poliésteres y policarbonatos; Mecanismos & Procesos Industriales 2.8. Poliamidas alifáticas; Mecanismo & Proceso Industrial 2.9. Poliuretanos 2.10 Polímeros de alto rendimiento
3	3. Polimerización por adición/en cadena. 3.1. Polimerización por radicales libres 3.1.1. Relación de estructura – reactividad; Etapas elementales 3.1.2. Iniciación; Tipos de Iniciadores 3.1.3. Transferencia de Cadena; Inhibición y retardación 3.1.4. Cinética; Autoaceleración 3.1.5. Métodos de polimerización; Condiciones generales 3.1.6. Polimerización en emulsión & suspensión 3.1.7. Principales polímeros comerciales 3.1.8. Polimerización “viviente” 3.2. Polimerización iónica 3.2.1. Polimerización iónica vs radicálica; Polimerización “viviente” 3.2.2. Polimerización catiónica 3.2.3. Polimerización aniónica. 3.2.4. Copolímeros en bloque 3.3. Copolimerización 3.3.1. Estereoquímica de polimerización 3.3.2. Tipos de estereoisomerismo; Polímeros estereorregulares 3.3.3. Polimerización de alquenos en catalizadores de Ziegler-Natta 3.3.4. Polimerización de alquenos en metalícenos
4	Polimerización iónica 4.1. Tipos de monómeros; Características generales

	4.2. Polimerización iónica; Mecanismo 4.3. Otros tipos de polimerización de monómeros cíclicos
5	Copolimerización

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Mijis W.J., Editor, New methods for Polymer Synthesis, Plenum Press, New York and London, 1992.
2. Odian G., Principles of Polymerization, 3rd. Edition, Weiley Interscience, N.Y., 1991 (se recomienda como libro de texto).

Bibliografía complementaria:

1. Ravve A., Principles of Polymer Chemistry, Plenum Press, New York and London, 1995.
2. Sandler S.R. and Kano W., Polymer Synthesis, Vol. 1, 2nd. Edition, Academic Press, San Diego, 1992.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Temas Selectos de Materiales Poliméricos**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de conocimiento de Materiales Poliméricos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
	Total	64	0

		Suma total de horas	64
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas		Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.			
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica			**Algorítmos y Métodos Computacionales**		
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.		
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno:

1) Obtendrá conocimientos de algoritmos y técnicas de programación avanzadas, útiles para el estudio de sistemas complejos, así como técnicas numéricas, computacionales y de programación. Utilizando un lenguaje de programación científico de alto nivel, poniendo énfasis en las técnicas de procesamiento, supercómputo y algoritmos computacionales de alto rendimiento.
2) Aplicará el uso de metodologías modernas de programación a la solución de problemas científicos complejos, con herramientas adecuadas a computadoras de multiprocesadores.

3) Deberá mostrar su competencia en la solución de un problema de actualidad en las ciencias computacionales aplicadas a ciencia de materiales.

El alumno deberá contar con conocimientos de Fundamentos de Matemáticas para Materiales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción al Unix	16	0
2	Lenguajes (FORTRAN 90 ó C)	16	0
3	Métodos Numéricos	32	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	Introducción al Unix 1.1. Breve historia 1.2. Estructura del Unix 1.2.1. Sistema operativo 1.2.2. Sistema de archivos 1.2.3. Directorios, archivos e inodos 1.3. Inicio de sesión 1.3.1. Sumas 1.3.2. Tipo de terminal 1.3.3. Passwords 1.3.4. Fin de sesión 1.4. Estructura de la línea de comandos 1.4.1. Teclas de control 1.4.2. Control de la terminal-stty 1.4.3. Obteniendo Ayuda 1.5. Comandos de navegación y control 1.5.1. pwd, cd, medir, rmdir, ls 1.6. Comandos de mantenimiento de archivos 1.6.1. cp, mv, rm, ln, cat 1.6.2. Permisos de archivos 1.6.3. chmod, chown, chgrp 1.7. Comandos de despliegue 1.7.1. Echo 1.7.2. more, less, pg 1.7.3. head, tail 1.8. Comandos de control del sistema e impresión 1.8.1. df, du, ps, kill, who, whereis, which, time 1.8.2. hostname, uname 1.8.3. script 1.8.4. date 1.8.5. lp, lpr, lpstat, lpq, cancel, lprm, pr 1.8.6. tar, uuencode, uudecode, dd

	1.9. Shells 1.9.1. Variables de Entorno 1.9.2. Bourne shell 1.9.3. C shell 1.9.4. Control de procesos 1.9.5. Redirección de salida/entrada 1.10. Procesamiento de texto 1.10.1. grep, sed, awk, vi, ex 1.11. Trabajando con archivos 1.11.1. cmp, dic, cut, paste, touch, wc, sort, tee, strings, tr, file, find 1.12. Trabajo en red 1.12.1. telnet, ssh, ftp, sftp, rsh, rcp 1.13. Programando en Unix 1.13.1. Valores de parámetros, quoting, variables, substitución parámetros, entrada, comandos de control 1.13.2. Funciones
2	2. Lenguajes (FORTRAN 90 ó C) 2.1. Estructura de un programa 2.1.1. C shell 2.1.2. Estructura 2.1.3. Representación de números y caracteres 2.1.4. Variables y constantes 2.1.5. Caracteres especiales 2.1.6. Compilación y enlace 2.2. Aritmética 2.2.1. Operadores aritméticos 2.2.2. Operadores lógicos 2.2.3. Operadores relacionales 2.2.4. Truncado y redondeo 2.3. Declaraciones que modifican el flujo 2.3.1. DO, while, if then else elseif, case, goto 2.4. Funciones y subrutinas 2.5. Entrada y salida 2.6. Arreglos y apuntadores
3	3. Métodos Numéricos 3.1. Polinomios de Taylor 3.1.1. El error en los polinomios de Taylor 3.1.2. Evaluación polinomio 3.2. Representación de números en una computadora 3.2.1. El sistema binario 3.2.2. Números de punto flotante 3.3. Error 3.3.1. Magnetismo 3.3.2. Definición, fuentes y ejemplos 3.3.3. Propagación de errores 3.3.4. Sumas 3.4. Búsqueda de raíces

	3.4.1. Método de bisección 3.4.2. Método de Newton 3.4.3. Método de secantes 3.4.4. Iteración de punto fijo 3.4.5. Problemas de búsqueda de raíces mal comportadas 3.5. Interpolación 3.5.1. Interpolación polinomio 3.5.2. Diferencias divididas 3.5.3. Error en la interpolación polinomio 3.5.4. Interpolación por medio de funciones Spline 3.6. Aproximación de funciones 3.6.1. El problema mejor aproximado 3.6.2. Polinomios de Chebyshev 3.6.3. Método de aproximación cercano-mínimax 3.7. Integración y diferenciación numérica 3.7.1. Reglas del trapezoide y Simpson 3.7.2. Fórmulas de error 3.7.3. Integración Gaussiana numérica 3.7.4. Diferenciación numérica 3.8. Solución de sistemas de ecuaciones lineales 3.8.1. Sistemas de ecuaciones lineales 3.8.2. Eliminación Gaussiana 3.8.3. Aritmética de matrices 3.8.4. Factorización LU 3.8.5. Error al resolver sistemas lineales 3.8.6. Ajuste de mínimos cuadrados 3.8.7. Problemas de eigenvalores 3.8.8. Métodos iterativos 3.8.9. Sistemas no lineales 3.9. Solución numérica de ecuaciones diferenciales 3.9.1. Sumas 3.9.2. Teoría de ecuaciones diferenciales 3.9.3. Método de Euler 3.9.4. Análisis de convergencia del método de Euler 3.9.5. Métodos Taylor y Runge-Kutta 3.9.6. Métodos "multistep" o multi-pasos 3.9.7. Estabilidad de los métodos numéricos 3.9.8. Sistemas de ecuaciones diferenciales

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	

Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Abrahams P. W., Larson B. R., *Unix for the Impatient*, Addison-Wesley, 1992.
2. Atkinson K. E., *Elementary Numerical Analysis*, John Wiley and Sons, Inc, 1992.
3. Dongarra J. J., Duff D. C., Sorensen D. C. and van der Vost H. A., *Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers*, Siam, Philadelphia, PA, 1988.
4. Fiamingo F. G., DeBula L., Condron L., *Introduction to Unix*, University Technology Services, The Ohio State University.
5. Flowers B. H., *An Inntroduction to Numerical Methods in C++*, Oxford University Press, Oxford, UK, 2000.
6. Griffiths D. V. and Smith I. M., *Numerical Methods for Engineers, 2nd. Ed.* Chapman & Hall/RC, Boca Raton, FL, 2006.
7. Kernighan B.W., Pike R., *The Unix Programming Enviroment*, Prentice Hall, 1984.
8. Kernighan B. & Ritchie D., *The C Programming Language*, Prentice Hall / PTR.
9. Press W. H., Teukolsky S. A., Vetterling W. T., Flannery B. P., *Numerical Recepies in Fortran or C*, Cambridge U. Press, 1992.
10. Ralston A. and Rabinowitz P. *A, First Course in Numerical Analysis,* Mc Graw-Hill College, 2001.
11. Rice J. R., *Numerical Methods, Software and Analysis*, Academic Press, Inc, 1993.
12. Severance C. and Dowd K., *High Performace Computing*, 2nd. Ed, O'Reilly, Beffing, UK, 1998.
13. Skiba Y. N., *Introducción a los Métodos Numéricos*, UNAM 2001.
14. Smith I.M., *Programing in FORTRAN 90*, John Wiley & Sons, 1995.

Bibliografía complementaria:

1. *EISPACK, Fortran Subroutines for Computing the Eigenvalues end Eigenvectors* 1973. www.netlib.org/eispack Koonin S. E., Meredith D. C., *Computational Physics*, Addison Wesley Publishing Co, 1990.
2. *LINPACK, Fortran 77 Routines for solving common Problems in Numerical Linear Algebra*, 1979. www.cisl.ucar.edu/softlib/LINPACK.html.
3. LAPACK, Lybrary of Fortran *77 Routines for Solving Common Problems in Numerical Linear Algebra*, 1990. www.cisl.ucar.edu/softlib/LAPACK, html

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Matemáticas Aplicadas a Materiales II**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá algunas herramientas matemáticas avanzadas para el estudio de materiales complejos. Se enfoca en la aplicación de metodologías analíticas y aproximadas, útiles en el estudio de sistemas no-lineales Asimismo el análisis teórico-práctico de variables complejas y del álgebra lineal para la solución de problemas afines a la ciencia e ingeniería de materiales.

El alumno deberá contar con conocimientos básicos de Matemáticas Aplicadas a Materiales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Ecuaciones Diferenciales No-Lineales [Referencia 1, capítulo 1 y Referencia 2, capítulo 18]	12	0
2	Cálculo de Variaciones [Referencia 3, capítulo 10 y Referencia 2, capítulo 17]	16	0
3	Cálculo Avanzado de Variable Compleja [Referencia 3, capítulos 11 a 16]	12	0
4	Algebra Lineal Numérica [Referencia 4, capítulos 1 a 4]	24	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Ecuaciones Diferenciales No-Lineales [Referencia 1, capítulo 1 y Referencia 2, capítulo 18] 1.1. Sistemas dinámicos 1.2. Mapas de Poincaré o Bifurcaciones en sistemas dinámicos
2	Cálculo de Variaciones [Referencia 3, capítulo 10 y Referencia 2, capítulo 17] 2.1. Mapas de Poincaré 2.2. Sistemas de ecuaciones de Euler y Lagrange 2.3. Valores extremos de integrales
3	Cálculo Avanzado de Variable Compleja [Referencia 3, capítulos 11 a 16] 3.1. Funciones de variable compleja 3.2. Integrales en el campo complejo 3.3. Series complejas 3.4. Mapeos conformes
4	Algebra Lineal Numérica [Referencia 4, capítulos 1 a 4] 4.1. Fundamentos de álgebra lineal 4.1.1. Ideas básicas de álgebra lineal 4.1.2. Multiplicación de matrices 4.1.3. Estructuras matriciales especiales. Matrices de bloque y matric poco densas 4.1.4. Paquetes de software simbólico 4.1.5. Computación vectorial 4.2. Sensibilidad de sistemas de ecuaciones 4.2.1. Normas de matrices 4.2.2. Precisión en cómputo matricial 4.2.3. Ortogonalidad y descomposición singular (SVD) 4.2.4. Sensibilidad de sistemas de ecuaciones 4.3. Sistemas de ecuaciones lineales 4.3.1. Sistemas triangulares y eliminación Gaussiana; Factorización LU 4.3.2. Técnicas de pivoteo y análisis de precisión 4.3.3. Sistemas positivos definidos

	4.3.4. Factorización de Cholesky 4.3.5. Sistemas en bandas o en bloques; eliminación Gaussiana para matrices poco densas 4.4. Mínimos cuadrados y ortogonalización 4.4.1. Descomposición QR vía transformaciones de Householder, Gran Schmidt modificado y Givens 4.4.2. El problema de mínimos cuadrados 4.4.3. Ecuaciones normales y el problema de mínimos cuadrados de rango completo 4.5. Problemas de valores propios 4.5.1. Propiedades y descomposiciones unitarias 4.5.2. Aproximación y teoría de perturbaciones 4.5.3. Método de iteración de potencias 4.5.4. Algoritmo QR 4.5.5. Cociente de Rayleigh para sistemas simétricos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Arfken G. and Weber H., *Mathematical Methods for Physicists*, 5th. Ed., Harcourt/Academic Press, SD, 2001.
2. Greenberg M.D., *Foundations of Applied Mathematics*, Prentice-Hall, N.J., 1987.
3. Watkins D.S., *Fundamentals of Matrix Computations*, John Wiley & Sons, N.Y., 1991.
4. Wiggins S., *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*, Springer-Verlag, NY, 1990.

Bibliografía complementaria:

1. Heinrici P., Applied and Computational Complex Analysis: Power Series, Integration, Contour Mapping, John Wiley & Sons, New York, 1988.
2. Jones Gareth A. and Singerman D., Complex Functions. An algebraic and Geometric Viewpoint, Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, 1987.
3. Wolfram S., The Mathematica Book, 3th. Ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, 1996.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Modelado Numérico I**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá los conceptos de mecánica de medios continuo, los fundamentos de las técnicas numéricas y soluciones de sistemas en estados estacionarios.

El alumno deberá contar con los conocimientos equivalentes a los cursos Métodos de Matemáticas Aplicadas I y II y el curso básico de Mecánica de Medios Continuo, así como el manejo de un lenguaje avanzado de programación equivalente al curso Algoritmos y Métodos Computacionales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Ecuaciones de sistemas macroscópicos	10	0

2	Métodos numéricos	26	0
3	Sistemas en estados estacionarios	28	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Ecuaciones de sistemas macroscópicos 1.1. El concepto del continuo 1.2. Deformaciones y esfuerzos 1.3. Ecuaciones de balance 1.4. Ecuaciones constitutivas de fluidos y sólidos
2	Métodos numéricos 2.1. Ecuaciones diferenciales parciales 2.2. Condiciones iniciales y de frontera 2.3. Aproximación de funciones por polinomios 2.4. Aproximación polinomial en varias dimensiones 2.5. Soluciones por diferencias finitas 2.6. Estimación de errores por diferencias finitas 2.7. Consistencia y estabilidad de las diferencias finitas 2.8. Método de residuos ponderados 2.9. Método de elementos finitos de Galerkin 2.10. Método de elementos finitos de Galerkin para 2 dimensiones 2.11. Cotas en el error en elementos finitos 2.12. Método de colocación 2.13. Cotas de error en el método de colocación 2.14. Método de integración de fronteras
3	Sistemas en estados estacionarios 3.1. La ecuación de Laplace 3.2. Problemas de frontera bien definidos 3.3. Propiedades generales del operador de Laplace 3.4. Principios variacionales 3.5. Principios maximales 3.6. Invariancia bajo translaciones 3.7. Teoremas para representaciones integrales 3.8. Aproximaciones por diferencias finitas 3.9. Condiciones de frontera mediante diferencias finitas 3.10. Forma matricial de las ecuaciones por diferencias finitas 3.11. Métodos directos de solución 3.12. Métodos iterativos 3.13. Métodos de convergencia y temas afines 3.14. Métodos por elementos finitos 3.15. Métodos por integración de fronteras

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Iserles A., *Numerical Analysis of Differential Equations*, Cambridge U. Press, Cambridge UK, 2009.
2. LeVeque R.J., *Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Equations*, Siam, Philadelphia, PA, 2007.
3. Morton K.W. and Mayers D.F., *Numerical Solution of Partial Differential Equations*, Cambridge U. Press, Cambridge UK, 2008.

Bibliografía complementaria:

1. Quarteroni A., Vali A., *Numerical Approximation of Partial Differential Equations*, Springer-Verlag. Berlin, 2008.
2. Thomas J.W., *Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*, Springer-Verlag, NY, 1995.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica	**Modelado Numérico II**				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno conocerá las ideas, conceptos y técnicas necesarias para la simulación y modelado de procesos macroscópicos en sistemas complejos a nivel avanzado, como el necesario para el trabajo teórico-numérico en Ciencias e Ingeniería de Materiales.

El alumno deberá contar con los conocimientos previos de modelado Numérico I.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Sistemas disipativos	20	0
2	Sistemas no disipativos	24	0
3	Ecuaciones de orden superior, no-lineales o sistemas acoplados	20	0

Total	64	0
Suma total de horas	64	

Contenido Temático

	Tema y subtemas
1	Sistemas disipativos 1.1. Introducción 1.2. La ecuación de calor 1.3. Métodos por diferencias finitas 1.4. Métodos por elementos finitos
2	Sistemas no disipativos 2.1. Problemas bien definidos 2.2. Propiedades generales de ecuaciones no-lineales 2.3. Métodos de diferencias finitas para problemas lineales 2.4. Métodos de diferencias finitas para sistemas no-lineales 2.5. Elementos finitos para ecuaciones hiperbólicas
3	Ecuaciones de orden superior, no-lineales o sistemas acoplados 3.1. Ecuación bi-armónica 3.2. Problemas no-lineales 3.3. Simulación de deformaciones de sólidos 3.4. Modelado de reservorios petroleros

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico

Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Chorin A. J. and Marsden J. E., *A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics*, Springer-Verlag, NY, 1993.
2. Dafermos C. M., *Hyperbolic Conservation Laws in Continum Physics*, Springer-Verlag, Berlin, 2005.

3. Hesthaven J. S. and Warburton T., *Nodal Discontituos Galerkin Methods: Algorithms, Analysis and Applications*, Springer Science+Business Media LLC., NY, 2008.
4. Grossman C., Ross H. and Stynes M., *Numerical Treatment of Partial Differential Equations*, Springer, Berlin, 2005.
5. Karniadarkis G. E. and Sherwin S., *Spectral/hp Element Methods for Computational Fluid Dynamics*, Oxford University Press, Oxford, UK, 2005.
6. Kulikovskii A. G., Pogorelov N.V. and Semenov A. Y., *Mathematical Aspects of Numerical Solutions of Hyperbolic Systems*, Chapmann & Hall/CRC, Boca Raton, FL, 2001.
7. Leveque R. J., *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, Cambridge UK., 2002.
8. Thomas J. W., *Numerical Partial Differential Equations: Conservative Laws and Elliptic Equations*, Springer-Verlag, N. Y., 1995.
9. Wriggers P., *Nonlinear Finite Element Methods*, Springer-Verlag, Berlin, 2008

Bibliografía complementaria:

1. Aliabadi M. H. and Rooke D. P., *Numerical Fracture Mechanics*, Kluwe Academic Publishers, Norwel, MA, 2008.
2. Brebbia C. A. and Mammoli A. A., Eds. *Computational Methods and Experiments in Material Characterisation*, Wit Press, New Forest, UK, 2009.
3. *MODFLOW and Related Programs*, U. S. Geological Survey, Denver, CO, <http://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/modflow.html>
4. Chung T. J., *Computational Fluid Dynamics*, Cambridge U. Press, Cambridge UK., 2004
5. Crisfield M. A., *Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures: Volume 2*, John Wiley & Sons, Inc., Baffins Lane, UK, 2001.
6. Ji J., *The Finite Element Method in Electromagnetics*, John Wiley & Sons, Inc., NY, 2002.
7. Landau L. D. and Lifshitz E. M., *Theory of Elasticity*, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Oxford, UK, 1986.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Teoría de Grupos**					
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo (X) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		Horas		
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:
El alumno aprenderá el uso de la teoría de grupos en la Ciencia e Ingeniería de Materiales, comenzando con una presentación de las bases matemáticas de la teoría de grupos y después avanzando a su uso en diversas áreas de esta disciplina.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Simetría molecular y grupos de simetría	9	0
3	Representaciones de los grupos de simetría	9	0
4	La Mecánica Cuántica y la teoría de grupos	7	0
5	Combinaciones lineales	7	0

6	Teoría de Orbitales Moleculares	7	0
7	Ligand Field Theory	7	0
8	Simetría en cristalografía	8	0
9	Teoría de bandas usando teoría de grupos	8	0
	Total	64	0
	Suma total de horas	64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	Introducción 1.1. Propiedades de los grupos 1.2. Subgrupos y clases
2	Simetría molecular y grupos de simetría 2.1. Elementos y operaciones de simetría 2.2. Planos y reflexiones 2.3. Centros de inversión 2.4. Ejes y rotaciones propias e impropias 2.5. Productos de operaciones de simetría 2.6. Relaciones generales entre los elementos y las operaciones de simetría 2.7. Isomerismo óptico 2.8. Grupos puntuales 2.9. Clases de las operaciones de simetría 2.10. Procedimiento sistemático para la clasificación de la simetría de una molécula
3	Representaciones de los grupos de simetría 3.1. Representaciones de los grupos 3.2. Gran teorema de la ortogonalidad 3.3. Tablas de caracteres 3.4. Representaciones de grupos cíclicos
4	La Mecánica Cuántica y la teoría de grupos 4.1. Funciones de onda como bases de las representaciones irreducibles 4.2. Producto directo y su uso 4.3. Propiedades de los elementos de matriz y probabilidades de transiciones espectrales
5	Combinaciones lineales 5.1. Operadores de proyección completos 5.2. Operadores de proyección incompletos 5.3. Construcción de combinaciones lineales de orbitales adaptadas a la simetría en una, dos y tres dimensiones y en sistemas cíclicos
6	Teoría de Orbitales Moleculares
7	Ligand Field Theory
8	Simetría en cristalografía
9	Teoría de bandas usando teoría de grupos

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	

Bibliografía básica:

1. Altman S.L., Band Theory of Solids: An Introduction from the Point of View of Symmetry, Clarendon Press, Oxford, 1991.
2. Cotton A., Chemical Applications of Group Theory, John Wiley, 1990.
3. Prince E., Mathematical Techniques in Crystallography and Materials Science, Springer-Verlag, 1994.

Bibliografía complementaria:

1. Cornwell J.F., Group Theory in Physics, Vol. I, Academic Press, 1989.
2. Cornwell J.F., Group Theory and Electronic Energy Bands in Solids, Amsterdam: North Holland, 1969.
3. Hammermesh M., Group Theory and its Application to Physical Problems, New-York: Academic Press, 1963-1975.
4. Nowick A.S., Crystal Properties via Group Theory, Cambridge University Press, 1995.
5. Nussbaum A., Teoría de Grupos Aplicada para Químicos, Físicos e Ingenieros, Editorial Reverté, S.A., México, 1975.
6. Sternberg S., Group Theory and Physics, Cambridge University Press, 1994.