



MAESTRIA EN NANOTECNOLOGIA

**Unidad Regional Centro
Unidad Regional Sur
Universidad de Sonora**

mayo 2021



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



Plan de estudios y mapa curricular de la Maestría en Nanotecnología

El presente documento presenta el proyecto para establecer el programa de Maestría en Nanotecnología de la Unidad Regional Sur (URS) como una sede del programa que se imparte en la Unidad Regional Centro, de la Universidad de Sonora. En 2010, surge la inquietud por parte del personal del Departamento de Física, perteneciente a la Unidad Regional Centro (URC) de la Universidad de Sonora, en crear un programa de posgrado que fuera capaz de proporcionar continuidad al trabajo académico de los egresados de la carrera de Física de la misma URC. En diversas reuniones de trabajo incluyendo a personal del DIFUS y del DIPM coordinados entonces por el Dr. Mario Enrique Alvarez Ramos y con la asesoría del Dr. José Alberto Duarte Moller quien formaba parte del CIMAV y bajo la experiencia del Lic. Federico Stockton Rejón, Coordinador de Posgrado de CIMAV, se elaboró una propuesta para un Posgrado en Nanotecnología y una Maestría en Ciencia de Materiales, mismas que iniciarían como posgrados remotos de CIMAV. En 2011 se firma el convenio de colaboración entre CIMAV y UNISON, siendo director de CIMAV el Dr. Jesús González Hernández y rector de la UNISON el Dr. Heriberto Grijalva Monteverde, para ofrecer la Maestría en Ciencia de Materiales bajo el esquema de CIMAV Chihuahua y el Doctorado en Nanotecnología bajo el existente en CIMAV Monterrey. El objetivo trazado para ambos Posgrados era generar recursos humanos con las competencias requeridas por el CONACyT en los programas de calidad PNPC, con alta responsabilidad académica, científica y social. De esta forma, la calidad del personal académico de la URC se consolida y a su vez gesta la creación y futura inclusión del Posgrado en Nanotecnología de la UNISON en el padrón nacional de CONACyT de posgrados de calidad, PNPC.

El Posgrado en Nanotecnología de la Universidad de Sonora, fue el sexto programa en México. El doctorado arrancó en octubre de 2011 y un año después inició la Maestría, ingresando los dos programas al PNPC en 2012. Ambos programas han sido evaluados en 4 ocasiones; en 2012, fueron reconocidos como posgrados de nueva creación. En 2016 y 2015, fueron promovidos a en desarrollo. En 2017 y 2016, fueron reconocidos como consolidados y recientemente, en 2020, la maestría fue refrendada en el nivel de consolidado. A nivel de la Universidad de Sonora, son los únicos programas que han alcanzado el reconocimiento de Consolidado en 5 y 4 años respectivamente, a otros posgrados les tomo más de 13 años.

Estos resultados muestran que, a casi 9 años de su creación, la Maestría en Nanotecnología alcanzó un alto nivel de solidez, aunado con el interés institucional de fortalecer las Unidades



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



Regionales de nuestra Universidad. En este sentido, a fines del 2017, se propone la posibilidad de iniciar una serie de actividades con el objetivo de establecer, en un futuro cercano, el programa de Maestría en Nanotecnología como un programa de posgrado propio de la Unidad Regional Sur. En enero del 2018 la Universidad de Sonora, la Vicerrectoría de la URS y el Posgrado en Nanotecnología solicitó a la Dirección de Investigación y Posgrado, asignar 3 becas posdoctorales a investigadores para realizar una estancia en la URS, con el objetivo de abordar la problemática del sur del estado y promover el desarrollo académico, científico y tecnológico de la misma. En junio del mismo año la URS organizó el primer "ciclo de conferencias sobre Nanotecnología" con participación de investigadores nacionales e internacionales. Dicho evento dio promoción al Posgrado en Nanotecnología y permitió que docentes y estudiantes de la URS y otras instituciones de educación superior del sur de Sonora se informaran de las investigaciones que se realizan en el área de la nanotecnología y la pertinencia de estas en el estado, detonando con ello el interés de investigadores y estudiantes por el Posgrado en Nanotecnología que se oferta en la URC.

Paralelamente un grupo de investigadores de la URS, pertenecientes a la División de Ciencias e Ingeniería (DCI), han realizado en los últimos años investigaciones vinculadas con diversos temas de Nanotecnología. Las incorporaciones de este grupo de investigadores al proyecto institucional amplían el escenario académico-científico y hacen posible ofertar un posgrado propio de la URS. En 2019 se siguió con las acciones para consolidar la idea de establecer un programa de posgrado en esta Unidad Regional, de forma que se dieron las condiciones para contratar de tiempo completo a 3 profesores investigadores por tiempo determinado y se generaron también las condiciones para contratar de forma indeterminada a 2 profesores investigadores cuyos perfiles son justamente los adecuados para impulsar el proyecto institucional, ya que cuentan con grado de Doctor en Nanotecnología.

La colaboración entre los nuevos profesores/investigadores y los miembros de cuerpos académicos consolidados se ha dado de manera natural y se ha promovido el desarrollo de trabajos de investigación que se enmarcan en líneas de investigación que se desarrollan en el programa de Maestría en Nanotecnología de la URC; "Bionanotecnología y Nanomedicina" y "Nanoestructuras y Nanocompositos funcionalizados". Sin embargo, es deseable proponer una línea de investigación que impacte y atienda problemas propios de la región sur del estado. Los problemas ambientales que se dan en la región sur del estado y el hecho de que actualmente se desarrollan en la URS investigaciones en esta dirección, da la pertinencia de proponer y fomentar la creación de nuevas líneas de investigación que involucren temas de frontera en el cuidado del medio ambiente y energías renovables, desarrollándose una nueva línea de investigación denominada "Nanotecnología Ambiental".



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Desde 2018 a la fecha, los constantes avances en las investigaciones en estas 3 líneas de investigación, han generado la necesidad de más infraestructura en la URS, las cuales han sido resueltas por la institución mediante la aprobación de proyectos internos y de fideicomiso de cuotas, donde se han obtenido recursos para crear el "Laboratorio de Investigación en Materiales" en el Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería, el cual cuenta con mobiliario y equipo de laboratorio para la síntesis y caracterización de nanomateriales. .

Como resultado de la difusión del Posgrado en Nanotecnología en el sur del estado, por parte de académicos de la URS, se ha logrado que veinte jóvenes de la región del sur del estado ingresen al programa de maestría de la URC. Nueve de los 20 estudiantes mencionados han realizado y/o realizan estancias en la URS, a partir del tercer y cuarto semestre (después de cubrir sus materias obligatorias), con el fin de desarrollar sus proyectos de tesis. Bajo la dirección de los investigadores de la URS, los estudiantes realizan investigaciones de vanguardia relacionadas con el diseño de nuevos nanomateriales con aplicaciones en el área biomédica y ambiental. Los investigadores que fungen como directores o codirectores de tesis pertenecen al núcleo complementario de este programa de maestría de la URC. A la fecha tres estudiantes han conseguido el grado de maestría y seis más se encuentran actualmente desarrollando trabajos de tesis bajo la dirección y/o codirección de investigadores adscritos a la URS. Por lo anterior y considerando los siguientes elementos: i) el número histórico acumulado de estudiantes matriculados en la maestría en Nanotecnología de la URC que son originarios del sur de Sonora (29 estudiantes de 127 matriculados desde septiembre del 2012); ii) la conformación de un grupo de investigadores con alto perfil académico, capaces de sostener un programa de posgrado en Nanotecnología; iii) la calidad de la infraestructura experimental existente previa a 2018 y la adquirida recientemente y iv) los resultados obtenidos recientemente por estudiantes que realizan sus trabajos de tesis en la URS bajo la dirección de profesores investigadores de esta unidad regional, la URS reúne las condiciones y la pertinencia académica humana y de infraestructura que permiten proponer la apertura del programa de Maestría en Nanotecnología en la URS, como una sede nueva del programa de Maestría en Nanotecnología de la URC. En este sentido se tiene la aprobación del Consejo Académico de la URS en el semestre 2020-1 y recientemente por la Comisión Institucional de Planeación de la Oferta Educativa.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



1) JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

La extensión del posgrado en Nanotecnología en la Unidad Regional Sur de la Universidad de Sonora es una importante oportunidad de crecimiento tanto a nivel institucional como social en la región sur del estado de Sonora, proporcionando una opción de interés académico y científico para los profesionistas interesados en estudiar un posgrado en el sur del estado que por diversas razones tienen dificultades para cambiar su domicilio. Por otro lado, la región sur de Sonora actualmente presenta serios problemas asociados al deterioro constante de la calidad de la tierra, a la contaminación del agua y la contaminación del aire; todos estos problemas están relacionados directamente a las principales actividades económicas desarrolladas en esta región, como son la agricultura, ganadería, pesca y minería. La agricultura es una actividad importante, por su aporte a la alimentación nacional y su contribución a la economía de nuestro estado a través de la exportación de la mayoría de sus productos agrícolas. En los Valles del sur de Sonora es en donde se localiza gran parte de la producción agrícola, la cual es principalmente de riego y de tipo comercial. La búsqueda de una mayor eficiencia en la producción conlleva al uso de grandes cantidades de plaguicidas que se aplican para reducir pérdidas ocasionadas por microorganismos, hongos, insectos, malezas y otros depredadores de los cultivos. La mayoría de estos agroquímicos son productos tóxicos que ocasionan daños al ambiente y a los seres vivos. En la actualidad hay un exceso de aplicación de plaguicidas en el sector agrícola, lo que ha dado lugar al deterioro de las tierras de cultivo y a la generación de resistencia para algunas plagas. Así mismo, las políticas de desarrollo rural en México ponen énfasis en aumentar la productividad y rentabilidad de los cultivos, lo que en cierta forma favorece el aumento en el uso de estos plaguicidas. Por otro lado, la industria minera genera contaminantes como, compuestos y residuos químicos, impurezas sólidas, vapores o gases tóxicos y iones metálicos que contribuyen significativamente a la contaminación del aire, agua y suelos impactando directamente en la flora, fauna y seres vivos. Específicamente en la región sur del estado de Sonora, se han detectado desechos de minas en los drenes pertenecientes a los distritos de riego de los municipios que forman parte del sur de Sonora, contaminando seriamente el agua de la región (cuenca del Río Mayo). Por lo anterior, establecer el programa de Maestría en Nanotecnología en la URS permitirá formar recursos humanos con alto nivel académico, científico y tecnológico que les permitirá atender los problemas asociados con la contaminación del suelo, agua y aire en el sur del estado, a través del desarrollo de nuevos nanomateriales para la remoción de agroquímicos tóxicos que son persistentes en el ambiente y se consideran con efectos adversos a la salud. Convencionalmente los plaguicidas que se usan en la agricultura se aplican por aspersión de polvos o mezclas acuosas al follaje de las plantas y/o malezas que crecen junto a los cultivos. Estos se dispersan en el ambiente y afectan la salud de los trabajadores agrícolas que no utilizan equipo de protección, se acumulan en los suelos y aguas superficiales y son transportados por el aire a otros sitios en función de las condiciones atmosféricas. En este sentido, la nanotecnología aplicada permitirá plantear nuevas estrategias a partir del diseño de nanomateriales para la encapsulación y liberación de agroquímicos de forma controlada, además del desarrollo de nanodispositivos para la detección, captura, degradación y/o eliminación de compuestos



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

orgánicos, microorganismos, vapores o gases tóxicos y metales pesados presentes en el agua, aire y suelo de la región sur del estado de Sonora.

El plan de estudios del programa se sustenta en un análisis de pertinencia, tendencias del mercado laboral y el estado del arte en el desarrollo del área de la Nanotecnología en el país, que justifica la viabilidad del programa y permitió definir con claridad los objetivos del programa.

2) OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios de la Maestría en Nanotecnología ofrece a sus egresados una formación de alto nivel académico, caracterizada por los siguientes ejes centrales:

- Desarrollar una formación de excelencia multidisciplinaria en el vasto campo de la Nanotecnología y de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales; que comprenda los estudios de la composición, estructura íntima y configuración atómica de la materia, así como sus propiedades físicas, químicas, biológicas, mecánicas, magnéticas o electrónicas.
- Generar recursos humanos con un alto nivel de competencia en el dominio de las diversas metodologías analíticas, procesos experimentales y computacionales, para el diseño, desarrollo, síntesis y caracterización de los materiales.
- Desarrollar y enriquecer una formación de competencias docentes a nivel de Educación Superior y de Posgrado.
- Vincular el perfil de sus egresados para hacer frente a través de nanotecnología aplicada a los principales problemas en la región sur del estado de Sonora, como calidad de la tierra, contaminación del agua, contaminación del aire, entre otras de interés público y ofrecer alternativas tecnológicas para el desarrollo del sector productivo; y
- Formar investigadores con un alto nivel de originalidad e independencia y metodología científica.

3) PERFIL DE INGRESO

El programa de Maestría en Nanotecnología está dirigido a egresados de las carreras afines a la Ciencia de Materiales, como; Física, Biología, Química, Matemáticas, y/o Ingeniería afín (Química, Industrial, Bioquímico, Sistemas, Materiales, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, etc.);

4) REQUISITOS DE INGRESO

- Poseer título de Licenciatura en una disciplina afín a la Nanotecnología como: Física, Biología, Química, Matemáticas, y/o Ingeniería afín (Química, Industrial, Bioquímico, Sistemas, Materiales, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, etc.);



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

- Promedio mínimo de 8.0 o su equivalente.
- Demostrar suficiencia del idioma inglés, mediante la presentación de constancia TOEFL con 440 puntos o más, o su equivalente.
- Presentar examen de conocimientos y aptitudes EXANI III de CENEVAL y obtener un puntaje mínimo de 1000 puntos.
- Presentar y aprobar un examen de admisión en el que se demuestre madurez y conocimientos equivalentes a los de una Licenciatura afín a la Nanotecnología. La aplicación de este examen, así como la determinación de su contenido y forma serán responsabilidad de la Comisión Académica.
- Recibir una evaluación positiva en la entrevista individual con la Comisión Académica donde se evaluará la competencia del aspirante para realizar estudios de Posgrado.

5) PERFIL DE EGRESO

El egresado de la Maestría en Nanotecnología se caracterizará por el dominio de las siguientes:

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Dominio de las Teorías, Metodologías y Herramientas de la Nanotecnología;
- Capacidades metodológicas de la investigación científica, con énfasis en el desarrollo de habilidades heurísticas;
- Conocimiento del contexto, estructura y desarrollo tecnológico del sector productivo;

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES:

- Dominio eficiente de la operación y manejo de equipo, materiales, instrumentos y laboratorios afines a la Ciencia de Materiales, y
- Desarrollo de competencias docentes para la conducción de grupos de enseñanza-aprendizaje de Educación Superior y Posgrado.

COMPETENCIAS VALORALES:

- Enriquecimiento de las dimensiones valóres y actitudinales del conocimiento científico y tecnológico;
- Desarrollo de una conciencia ecológica y socialmente responsable en sus haceres investigativos y de servicio al sector productivo; y
- Caracterización de los valores éticos del quehacer científico y profesional.

6) PRESENTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

a) Cursos Semestrales del Tronco Común

El Plan y los Programas de estudios de la Maestría en Nanotecnología establecen los cursos obligatorios del tronco común que deberán ser impartidos de acuerdo a programas actualizados y con excelencia académica. El trabajo extra clase por parte del estudiante



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

será intenso en la resolución de problemas, en consulta de revistas especializadas y, en el caso que lo amerite, en la realización de trabajos experimentales.

Los aprendizajes de los estudiantes en los cursos serán evaluados con exámenes y otros instrumentos de evaluación, las calificaciones se sujetarán a lo establecido en el Reglamento de Estudios del Posgrado.

b) Actividades Académicas de Asistencia a la Investigación

El plan de estudios establece que el alumno debe iniciar actividades de asistencia a la investigación desde el primer semestre de los estudios de Maestría, asistiendo en proyectos que se desarrollen en el Departamento de Física y otros Departamentos de la UNISON y que estén orientados a sus preferencias. Las actividades a desarrollar en los trabajos de investigación podrán ser muy variadas y se ajustarán flexiblemente a las necesidades del alumno, familiarizándolo con las revisiones bibliográficas, con técnicas experimentales de laboratorio o de computación, deberán ser incluidas dentro de los trabajos de investigación conducentes a sus tesis.

c) Cursos Semestrales Optativos

Para todos aquellos alumnos de Maestría que requieren profundizar sus conocimientos en un tema específico, de acuerdo a sus orientaciones de especialización e investigativos personales, se les ofrecen cursos optativos que les permitirán profundizar en contenidos de las áreas que se desarrollan en Nanotecnología enriqueciendo sus actividades académicas de investigación; el Alumno deberá cursar 4 cursos optativos como mínimo.

Igualmente, el trabajo extra clase por parte del estudiante será intenso en la resolución de problemas, en consulta de revistas especializadas y, en el caso que lo amerite, en la realización de trabajos experimentales.

El aprendizaje de los estudiantes en los cursos optativos será evaluado mediante exámenes y sus calificaciones se sujetarán a lo establecido en el Reglamento de Estudios del Posgrado.

d) Actividades Académicas de Aplicación

• Seminario de Proyectos de Investigación

En el caso de estos seminarios habrá un profesor responsable quien, desde el inicio de cada semestre, establecerá las actividades calendarizadas con los alumnos participantes para la presentación de los avances de su investigación, pudiéndose invitar a expertos relacionados con la Nanociencia, Nanotecnología, Ciencia y Tecnología de Materiales y/o expertos en áreas afines con el propósito de que los alumnos desarrollen habilidades de autocrítica, comunicación y defensa de los resultados de sus investigaciones.

La carga académica de los seminarios para los alumnos de maestría será de dos horas/semana/mes por semestre.



El profesor conductor del seminario será el responsable de evaluar a los alumnos presentando un informe escrito al Comité del Posgrado, órgano que dispondrá lo necesario en caso de que un alumno o más resulten reprobados, asignando las actividades de recuperación que estime convenientes.

La conducción del seminario de proyectos de investigación no será considerada como carga académica para el profesor responsable.

• ***Participación en Proyectos Aplicados en el Sector Productivo.***

Los estudiantes de la Maestría en la medida de lo posible deberán participar al menos en un proyecto aplicado en el sector productivo que desarrolle la UNISON en diversos centros e instituciones de producción, actividad que busca por excelencia inducir al estudiante hacia la realidad del campo productivo.

7) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN LA SEDE PRINCIPAL DEL PROGRAMA (URC)

El programa de Maestría en Nanotecnología cultiva las Líneas Generales de Aplicación del Conocimiento:

- **Nanoestructuras y Nanocompositos Funcionalizados:** Esta línea se enfoca al estudio, desarrollo de métodos, procesos para la obtención de nanoestructuras de diversas formas (partículas, alambres cuánticos, puntos cuánticos, etc.) y composición (metálicos, compósitos, orgánicos, etc.) que posean propiedades interesantes diversas (ópticas, eléctricas, biológicas, etc.).
- **Bionanotecnología y Nanomedicina:** Esta línea se desarrolla en el estudio, diseño, síntesis, caracterización y aplicación de sistemas nanoestructurados para posibles aplicaciones en el área de la biotecnología y biomedicina, con el propósito de desarrollar de materiales o dispositivos para la dosificación de plaguicidas y fertilizantes, remediación de suelos y agua; además de desarrollar dispositivos de diagnóstico, monitoreo, prevención y tratamiento de enfermedades de interés público.
- **Fabricación y Evaluación de Dispositivos:** Esta línea se enfoca al desarrollo de investigación (síntesis y caracterización) de materiales nanoestructurados que pueden ser utilizados en dispositivos (micro y nano), con aplicaciones en componentes semiconductores, subsistemas electrónicos altamente miniaturizados, desarrollo y o modificación de celdas solares de alta eficiencia, emisores de luz blanca, dosímetros, etc.

Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento (LGAC) en la Sede URS:



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

- **Nanoestructuras y Nanocompositos Funcionalizados:** En esta línea se enfoca al estudio, desarrollo de métodos y procesos para la obtención de nanoestructuras de diversas formas (partículas, películas, alambres, puntos cuánticos, partículas, etc.) y composición (metálicos, cerámicos, polímeros, compósitos, orgánicos, etc.) que posean propiedades interesantes diversas (ópticas, eléctricas, mecánicas, biológicas, etc.) abordadas desde enfoques teóricos, computacionales o experimentales.
- **Bionanotecnología y Nanomedicina:** Esta línea se desarrolla en el estudio, diseño, síntesis, caracterización y aplicación de sistemas nanoestructurados para posibles aplicaciones en el área de la biotecnología y biomedicina, con el propósito de desarrollar de materiales o dispositivos para la dosificación de plaguicidas y fertilizantes, remediación de suelos y agua; además de desarrollar dispositivos de diagnóstico, monitoreo, prevención y tratamiento de enfermedades de interés público.
- **Nanotecnología Ambiental:** Esta línea de investigación se enfoca en el diseño, síntesis y aplicación de nanomateriales útiles para la detección, identificación, monitoreo y tratamiento de contaminantes de origen orgánico e inorgánico, así como en la fabricación de nanodispositivos para aplicaciones en energías renovables y almacenamiento de energía.

En estos campos temáticos confluyen las trayectorias académicas y de investigación de los profesores que integran el NAB de este posgrado, así como el trabajo de investigación de los estudiantes del programa. De acuerdo con los objetivos de las LGAC se observa que existe congruencia entre los objetivos del programa y las LGAC, además la productividad del NAB está asociada a dichas líneas, al igual que los productos generados también corresponden a las mismas. Para asegurar la congruencia de las LGAC con los objetivos del programa se revisan e incorporan a los planes y programas de estudio los resultados de estudios de egresados que permitan incrementar la pertinencia del programa.

8) PROFESORES QUE INTEGRAN EL NÚCLEO ACADÉMICO BÁSICO Y NÚCLEO ACADÉMICO COMPLEMENTARIO EN LA SEDE URC

#	Nombre del Profesor	Nivel en el SNI	LGAC's	Perfil PRODEP
1	Alvarado Rivera Josefina	1	(2)	Catedra
2	Alvarez Ramos Mario Enrique	3	(2) y (3)	Si
3	Barboza Flores Marcelino	3	(1), (2) y (3)	Si
4	Castillo Santos Jesús	2	(2)	Si



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



5	Berman Mendoza Daintet	1	(2)	Si
6	García Gutiérrez Rafael	2	(2) y (3)	Si
7	Juárez Onofre Josué Elías	1	(1) y (3)	Si
8	Lopez Delgado Rosendo	1	(1) y (2)	Catedra
8	Lucero Acuña Jesús Armando	1	(1) y (3)	Si
10	Meléndrez Amavizca Rodrigo	3	(2)	Si
11	Pedroza Montero Martín	2	(1)	si
12	Sánchez Zeferino Raúl	1	(2)	Si
13	Zavala Rivera Paul	1	(1) y (3)	Si

PROFESORES QUE INTEGRAN EL NÚCLEO ACADÉMICO BÁSICO Y NÚCLEO ACADÉMICO COMPLEMENTARIO EN LA SEDE URS

#	Nombre del Profesor	Nivel en el SNI	LGAC's	Perfil PRODEP
14	Almada Ortiz Mario Eduardo	1	(1) y (4)	
15	Balderrama Carmona Ana Paola	1	(1) y (4)	Si
16	Flores Ochoa Rolando		(2)	Si
17	García Ochoa, Juan José	C	(1)	Si
18	Ibarra Hurtado Jaime Manuel	C	(1) y (4)	
13	Mendoza Mexia Alfredo		(2) y (4)	Si
20	Pacheco Contreras Rafael	1	(2)	
21	Romo García Frank	C	(2) y (4)	
22	Yocupicio Villegas Ignacio		(2)	Si

NÚCLEO COMPLEMENTARIO INTERNO A LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Nombre del Profesor	Nivel en el SNI	LGAC's
Castellanos Moreno Arnulfo		(2) y (3)
Carrillo Torres Roberto Carlos	1	(1) y (3)
Gerardo Gutierrez Heredia	1	(1)



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Íñiguez Palomares Ramón A.	1	(1) y (3)
Ortiz Rascón Eduardo	C	(1)
Ramos Carrasco Antonio	1	(1)
Norma Patricia Silva Beltrán	1	(1)

NÚCLEO COMPLEMENTARIO EXTERNO A LA UNIVERSIDAD DE SONORA

(NAC)#	Nombre del Profesor	Institución de Adscripción	Nivel en el SNI	LGAC's
1	Ayón Ballesteros Arturo Alejo	The University of Texas at San Antonio (USA)	2	(2) y (3)
2	Caldiño García Ulises Sinhue	UAM - Iztapalapa	3	(2)
3	Díaz-Barriga Arceo Lucía Graciela	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	1	(2) y (3)
4	Guzmán Zamudio Roberto	University of Arizona (USA)	1	(1) y (3)
5	Soto Mercado Ramón	FC-UNAM	1	(1) y (2)
7	Taboada Antelo Pablo	Universidad de Santiago de Compostela (España)	1	(1) y (3)
8	Topete Camacho Antonio	Universidad de Guadalajara	1	(1) y (3)

- (1) Bionanotecnología y Nanomedicina;
- (2) Fabricación y Evaluación de Dispositivos; y
- (3) Nanoestructuras y Nanocompositos Funcionalizados
- (4) Nanotecnología Ambiental



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



9) PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN NANOTECNOLOGÍA

MAPA CURRICULAR PROPUESTO EN LA ADECUACION DE LA MAESTRÍA EN NANOTECNOLOGÍA

LISTA DE ASIGNATURAS	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS A LA SEMANA		CRÉDITOS
			TEÓRICAS	PRÁCTICAS	
1er SEMESTRE					
MATEMATICAS	1124		5		10
QUIMICA	1127		5		10
FISICA	1126		5		10
INTRODUCCION A LA NANOTECNOLOGIA	1128		5	1	11
2o. SEMESTRE					
INTODUCCION A LA CIENCIA DE MATERIALES	2949		4	2	10
CARACTERIZACION DE MATERIALES	1130		5	1	11
HERR.TEORICAS DE LA CS. DE MATERIALES	1131		5	1	11
OPTATIVA 1					
3er. SEMESTRE					
SEMINARIO DE TESIS I	1132		5		5
OPTATIVA 2					
OPTATIVA 3					
4o. SEMESTRE					
SEMINARIO DE TESIS II	1133			5	5
TESIS	1134			5	5
Suma total de créditos correspondientes a materias obligatorias ^(*)					88
(*) El alumno deberá cubrir al menos 27 créditos de materias optativas					

* = MATERIA ACREDITABLE, Tipo: OBL=OBLIGATORIA, OPT=OPTATIVA, SEL=DE SELECCIÓN
Eje: C=COMÚN, B=BÁSICO, P=PROFESIONALIZANTE, I=INTEGRADOR, E=ESPECIALIZANTE



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



ASIGNATURAS OPTATIVAS	CLAVE	SERIACION	HORAS A LA SEMANA		CREDITOS	INSTALACIONES
			TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
Materiales Nanoestructurados y Puntos Cuánticos.			4	2	10	A y L
Principios básicos de nanobiosensores			4	2	10	A y L
Síntesis Química de Nanomateriales			4	1	9	A y L
Nano y microtecnologías en sensores y fabricación de transmisores			4	2	10	A y L
Química Organometalica			4	2	10	A y L
Modelado y Simulación de Nanomateriales.			3	3	9	A y L
Nanoespectroscopías Ópticas Y Mecánicas			4	2	10	A y L
Microscopía Confocal			4	2	10	A y L
Teoría cuántica de nanoestructuras			4	2	10	A y L
Nanotermodinámica			4	2	10	A y L
Procesos estocásticos en fisicoquímica			4	2	10	A y L
Dispersión de ondas electromagnéticas en nanoestructuras			4	2	10	A y L
Herramientas Computacionales para Nanotecnología			3	3	9	A y L
Física del Estado Sólido			4	2	10	A y L
Sistemas Cuánticos Confinados			4	2	10	A y L



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



Introducción a la Ciencia de Materiales	204		4	1	9	AyL
Microscopía electrónica	205		4	1	9	A y L
Estructura electrónica de los materiales	206		4	1	9	A y L
Cerámica Avanzada	208		4	1	9	A y L
Tratamiento térmico de los materiales	211		4	1	9	A y L
Microestructura y propiedades mecánicas de los materiales	212		4	1	9	A y L
Polímeros	213		4	1	9	A y L
Procesamiento de polímeros	214		4	1	9	A y L
Caracterización de catalizadores	315		4	1	9	A y L
Síntesis de catalizadores	316		4	1	9	A y L
Fisicoquímica	317		4	1	9	A y L
Fundamentos de química orgánica	318		4	1	9	A y L
Química orgánica avanzada	319		4	1	9	A y L
Preparación y caracterización de películas delgadas	320		4	1	9	A y L
Espectroscopía de electrones	321		4	1	9	A y L
Electro – óptica	322		4	1	9	A y L
Fotónica	323		4	1	9	A y L
Temas selectos de Física y Química	324		4	1	9	A y L
Cristalografía y Difracción	325		4	1	9	A y L
Propiedades magnéticas de los materiales	329		4	1	9	A y L
Técnicas experimentales del magnetism	330		4	1	9	A y L
Mecánica del Continuo	339		4	2	10	A y L
Temas selectos de Metalurgia Física	342		4	1	9	A y L



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



Química de Polímeros	343		4	1	9	A y L
Fisicoquímica de los polímeros	344		4	1	9	A y L
Reología y Reometría	345		4	1	9	A y L
Modelado molecular de estructuras y propiedades de los polímeros	347		4	1	9	A y L
Modelado químico de átomos a líquidos	348		4	1	9	A y L
Introducción a la química computacional	349		4	1	9	A y L
Simulación computacional de materiales moleculares y supramoleculares	350		4	1	9	A y L
Tecnologías de celdas de combustible	352		4	2	10	A y L
Introducción a la Bionanotecnología	353		4	2	10	A y L
<i>Aplicaciones de la Nanotecnología computacional</i>	354		4	2	10	A y L
Ciencia y tecnología de los Nanocompósitos	355		4	2	10	A y L
Nanoelectrónica molecular	356		4	2	10	A y L
Química computacional para nanotecnología	357		4	2	10	A y L
Química supramolecular	358		4	2	10	A y L
Temas selectos de Nanotecnología	359		4	2	10	A y L
Producción de Hidrógeno para celdas de combustible.	360		4	2	10	A y L
Temas selectos de Producción de Hidrógeno y celdas de combustible	361		4	2	10	A y L
Caracterización luminiscente de nanomateriales	362		4	2	10	A y L
Análisis de Biomoléculas	363		4	2	10	A y L
Biología Molecular	364		4	2	10	A y L



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Nanotoxicología			4	1	9	A y L
Nanopartículas a base de polímeros			4	1	9	A y L
Remediación ambiental			4	1	9	A y L
Almacenamiento y conversión de energía			4	1	9	A y L
Nanoremediación			4	1	9	A y L
Número mínimo de créditos que se deberán acreditar en las asignaturas optativas						36

Las asignaturas; Seminario de Tesis I, Seminario de Tesis II y Tesis, solo es carga académica para el estudiante, en la cual su director de tesis le dará seguimiento al avance de su proyecto de tesis y no será considerada carga académica para el profesor.

10) NÚMERO MÍNIMO Y MÁXIMO DE CRÉDITOS QUE PODRÁN CURSARSE POR SEMESTRE:

- Mínimo: 32 créditos para aspirantes al grado de maestría
- Máximo: 40 créditos para aspirantes al grado de maestría

11) DURACIÓN DEL PROGRAMA:

- Plazo Normal: 2 años para el grado de maestría
- Plazo Máximo: 4 años para el grado de maestría

12) DEL TIPO DE ESTUDIANTES:

El Programa admitirá estudiantes de tiempo completo y tiempo parcial en los términos y características señalados en el Reglamento de Estudios de Posgrado.

13) PERIODICIDAD DE LAS INSCRIPCIONES.

El programa contempla la apertura de generaciones anuales, contándose con suficientes profesores para atender al menos diez estudiantes por año. Cuando la demanda lo justifique se podrán realizar inscripciones anuales.

14) REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN NANOTECNOLOGÍA

1) El aspirante debe completar al menos 115 créditos de acuerdo a las siguientes condiciones: 83 créditos deben corresponder a Asignaturas Básicas, 5 créditos a la Tesis. Los créditos restantes pueden provenir de cualquiera de los grupos de Asignaturas Optativas.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Coordinación del Posgrado en Nanotecnología
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería



- 2) Desarrollar y defender con éxito su tesis de grado maestría sobre un trabajo de investigación original ante un jurado que se integrará de acuerdo con los lineamientos internos del programa
- 3) Demostrar el dominio del idioma inglés, mediante la presentación del certificado del idioma inglés (al menos 480 puntos en el examen de TOEFL).

Lineamientos y Criterios Internos para la Operación del Programa de Maestría en Nanotecnología

Definiciones:

Comisión Académica. Instancia definida en el artículo 15 del Reglamento de Estudios de Posgrado (REP), y cuyas atribuciones y responsabilidades se establecen en el artículo 16 del REP. La Comisión Académica del Posgrado (CAP) está integrada por el Coordinador de Programa como Presidente y al menos tres académicos que participen en el Programa.

Núcleo Académico Básico del Posgrado, está integrado por los académicos de la Institución que dan soporte y continuidad al funcionamiento y desarrollo del Programa de Posgrado, buscando la representatividad de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC's) del Programa. De la misma manera, podrá integrarse un núcleo académico complementario conformado por académicos del mismo Departamento u otras dependencias de la Universidad de Sonora, Instituciones u organismos externos nacionales y extranjeros, con reconocida trayectoria científica o profesional. Los integrantes del núcleo académico básico y complementario tendrán al menos el grado académico que ofrece el programa al que dan soporte.

Comité Tutorial. Instancia integrada por al menos 3 académicos del Programa, tal como se define en el artículo 25 del Reglamento de Estudios de Posgrado.

Comité de Tesis. Instancia integrada por al menos 5 académicos del Programa, que sustituye al Comité Tutorial una vez concluido el trabajo de tesis y que será la responsable de evaluar el trabajo realizado para obtener el grado de Maestría en Nanotecnología, tal como se define en el artículo 27 del Reglamento de Estudios de Posgrado.

Lineamientos y Criterios para la Operación del Programa

Artículo 1.- Los estudios correspondientes al Programa de Maestría en Nanotecnología se organizarán y se realizarán conforme a las disposiciones establecidas en el Reglamento de Estudios de Posgrado (REP), en la legislación universitaria relativa a la organización y administración de los programas docentes.

Artículo 2.- La Comisión Académica del Programa tendrá, además de las que le otorga el REP, las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- a. Conocer la propuesta de programación de cursos que el Coordinador del Programa presentará al Director de División en cada período escolar.
- b. Aprobar la estructuración de programas de cursos, seminarios y actividades complementarias en cada período escolar, a propuesta del Coordinador del Programa.
- c. Diseñar, aplicar y evaluar los exámenes de admisión, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la propia Comisión Académica del Posgrado a propuesta del Coordinador de Programa.

- d. Supervisar el desempeño académico de los profesores asociados al Programa de Posgrado, así como el desempeño académico de los estudiantes.
- e. Coadyuvar con el Coordinador del Programa en la formulación de propuestas para mejorar el desarrollo del programa.
- f. Aprobar, a propuesta del Coordinador del Programa, los nombramientos de Tutor académico, de acuerdo con los lineamientos emitidos para tal fin.
- g. Aprobar, a propuesta del Coordinador del Programa, los Proyectos de Tesis de Maestría, de acuerdo con los lineamientos emitidos para tal fin.
- h. Aprobar, a propuesta del Coordinador del Programa, los nombramientos de Director de Tesis, de acuerdo con los lineamientos emitidos para tal fin.
- i. Designar, a propuesta del Coordinador del Programa, a los jurados para los exámenes de grado, de acuerdo con los lineamientos emitidos para tal fin.

PROCESO DE ADMISIÓN

Artículo 3.- Proceso de Admisión. La periodicidad del ingreso a la Maestría en Nanotecnología es anual en el semestre PAR, iniciando en el mes de agosto (Oficio No. DP/98/14 de la Dirección de Planeación). Según los requisitos establecidos por la Comisión Institucional del Posgrado, una nueva generación únicamente podrá iniciar si se cumple la condición de una inscripción formal de al menos CINCO estudiantes por nivel (Oficio No. 151/2014 de la Dirección de Investigación y Posgrado). La convocatoria deberá enviarse al Consejo Divisional de la DCEN para su aprobación antes del final del mes de enero, en los términos establecidos en la Fracción IV del Artículo 18 del REP.

Artículo 4.- Para ser admitido como estudiante del programa de Maestría, el aspirante deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Plan de Estudios:

- a. Poseer título de Licenciatura en una disciplina afín a la Nanotecnología como: Física, Biología, Química, Matemáticas, y/o Ingeniería afín (Química, Industrial, Bioquímico, Sistemas, Materiales, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, etc.);
- b. Promedio mínimo de 8.0 o su equivalente.
- c. Demostrar suficiencia del idioma inglés, mediante la presentación de constancia TOEFL con 440 puntos o más, o su equivalente.
- d. Presentar examen de conocimientos y aptitudes EXANI III de CENEVAL y obtener un puntaje mínimo de 1000 puntos.
- e. Presentar y aprobar un examen de admisión en el que se demuestre madurez y conocimientos equivalentes a los de una Licenciatura afín a la Nanotecnología. La aplicación de este examen, así como la determinación de su contenido y forma serán responsabilidad de la Comisión Académica.
- f. Recibir una evaluación positiva en la entrevista individual con la Comisión Académica donde se evaluará la competencia del aspirante para realizar estudios de Posgrado.

Artículo 5.- La documentación a entregar para solicitar el ingreso en el Programa de Maestría, de acuerdo con la convocatoria emitida, es:

- Solicitud de inscripción.
- Curriculum Vitae (formato libre, sin comprobantes).
- Certificado de calificaciones de Licenciatura,

- Copia del título y/o del acta de examen de titulación de grado anterior o bien evidencia del proceso de titulación inminente.
- Constancia oficial del Nivel de Inglés (TOEFL).
- Dos cartas de recomendación de profesores-investigadores de alguna Institución de Educación Superior del país reconocidos, activos y productivos académicamente o miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

Artículo 6.- En el caso de estudiantes extranjeros que residan fuera del país, el proceso de admisión podrá realizarse a distancia para cumplir con los tiempos establecidos para la tramitación de la visa de estudiante, previo el ingreso al país. Para estos casos, se solicitará ayuda a la Secretaría de Relaciones Exteriores y/o al Consulado Mexicano en el país de origen, para la aplicación del examen de admisión. Si esto no es posible, La Comisión Académica podrá tomar el acuerdo de sustituir el examen de admisión por una evaluación detallada del Certificado de calificaciones presentado, así como el Temario básico de las materias de Física, Química y Matemáticas que hayan sido cursadas. La entrevista será realizada mediante llamada telefónica o videoconferencia.

Artículo 7.- Todos los estudiantes que sean admitidos y firmen el compromiso de dedicación exclusiva, serán postulados para la obtención de una Beca Nacional CONACYT. El orden de prioridad será establecido por la Comisión Académica.

PERSONAL ACADEMICO

Artículo 8.- La Maestría en Nanotecnología tendrá asociado un Núcleo Académico Básico (NAB) integrado por al menos NUEVE profesores con el grado de doctor, tal y como establece el Artículo 20 del REP. El NAB estará integrado por los académicos de la Institución que dan soporte y continuidad al funcionamiento y desarrollo del Programa de Posgrado. Además, la Maestría en Nanotecnología tendrá asociado un Núcleo Académico Complementario (NAC).

Artículo 9.- Los miembros del NAB y NAC estarán asociados a las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que cultiva el Programa de Posgrado. Actualmente, las LGAC registradas ante el Consejo Divisional (Acta No. 438 DCEN fechada el 18 de mes de enero de 2018) son:

- **NANOESTRUCTURAS Y NANOCOMPOSITOS FUNCIONALIZADOS:** Esta línea se enfoca al estudio, desarrollo de métodos, procesos para la obtención de nanoestructuras de diversas formas (partículas, alambres cuánticos, puntos cuánticos, etc.) y composición (metálicos, compósitos, orgánicos, etc.) que posean propiedades interesantes diversas (ópticas, eléctricas, biológicas, etc.).
- **BIONANOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA:** En esta línea se desarrolla el estudio, síntesis, caracterización y aplicación sistemas nanoestructurados, con el propósito de utilizarlos en sistemas biológicos y médicos, orientados al desarrollo de herramientas de diagnóstico, monitoreo, prevención y tratamiento de enfermedades.

- **NANOTECNOLOGÍA AMBIENTAL:** Esta línea de investigación se enfoca en el diseño, síntesis y aplicación de nanomateriales útiles para la detección, identificación, monitoreo y tratamiento de contaminantes de origen orgánico e inorgánico, así como también la fabricación de nanodispositivos para aplicaciones en energías renovables y almacenamiento de energía.

SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIA Y EVALUACIONES

Artículo 10.- Al inicio del primer semestre el Coordinador de Programa propondrá a la Comisión Académica los tutores para cada estudiante inscritos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 23 del REP.

Artículo 11.- A más tardar a finales del segundo semestre desde su inscripción, los estudiantes de Maestría en Nanotecnología deberán presentar el proyecto de tesis y su correspondiente plan de trabajo ante el Coordinador del Programa, para lo cual el estudiante deberá integrar el documento del anteproyecto con la justificación, objetivos, descripción de las acciones a desarrollar, el cronograma de actividades, así como el listado de asignaturas optativas de apoyo para su desarrollo.

Artículo 12.- Con el fin de asegurar que el estudiante, cuente con todo lo necesario para terminar sus estudios en los tiempos previstos en el plan de estudios, se establece que en el caso de que el estudiante, no cumpla con lo señalado en el artículo anterior, se procederá a la suspensión de la beca que lo otorga Conacyt., una vez que el estudiante haya cumplido con la entrega del proyecto de tesis y el plan de trabajo ante el Coordinador del Programa, se procederá a la reactivación de la beca de Conacyt.

Artículo 13.- Los anteproyectos de Tesis se presentarán ante el Coordinador del Programa conjuntamente por el estudiante y el profesor que asumirá la dirección de la Tesis. El Coordinador tendrá un plazo de 3 días para hacer entrega del anteproyecto a la Comisión Académica, órgano que a su vez deberá emitir un dictamen en un plazo no mayor de 10 días hábiles a partir de la fecha de recepción del anteproyecto por parte del Coordinador. Si la Comisión Académica propone modificaciones al anteproyecto o lo rechaza, deberá establecer un nuevo plazo para verificar que sus observaciones hayan sido atendidas o en su caso, para evaluar un nuevo anteproyecto. Este nuevo plazo no deberá exceder los 3 meses, en cualquier caso. Cuando el dictamen de la Comisión sea de aceptación, el anteproyecto quedará registrado como el proyecto de tesis del estudiante.

Artículo 14.- A más tardar a inicios del tercer semestre (contando a partir de la inscripción del estudiante), el Coordinador del Programa propondrá a la Comisión Académica del Posgrado un Comité Tutorial que realice el seguimiento al estudiante. Éste estará formado por el tutor académico, el Director o Codirector de Tesis y al menos dos académicos del programa de acuerdo a lo establecido en el artículo 25 del REP; siendo uno de ellos de una línea de investigación distinta a la planteada por el estudiante, con la finalidad de enriquecer el trabajo académico a desarrollar. Podrán participar otros profesores que no sean miembros del NAB o NAC y que sean expertos en la línea de investigación del tema de tesis.

Artículo 15.- El alumno deberá presentar, a más tardar, a dos semanas después de haber iniciado el tercer semestre el primer seminario tutorial en el expondrá su proyecto de tesis Este

seminario tiene como finalidad que el estudiante presente y defienda su Proyecto de Tesis ante el Comité Tutorial. Las evaluaciones deberán realizarse con la presencia de, al menos, 3 de los miembros del Comité Tutorial. En caso de miembros externos, se aceptará la presencia mediante videoconferencia. Transcurridas 8 semanas, de haber iniciado el tercer semestre, el estudiante deberá presentar ante su Comité Tutorial, los primeros avances logrados y, a juicio del Comité Tutorial, este podrá hacer sugerencias para lograr un mejor desempeño del estudiante, cuando esto sea necesario.

Artículo 16.- Al finalizar el tercer semestre se presentarán los avances que serán evaluados en términos de alcanzar el compromiso de titulación al término del cuarto semestre. En caso de ser necesario, el Comité Tutorial hará las recomendaciones que considere apropiadas para que el estudiante logre concluir el trabajo de tesis con el mínimo de retraso del tiempo oficial para titulación.

Artículo 17.- De manera consecuente el estudiante deberá presentar avances de su Proyecto de Tesis ante su Comité Tutorial, a mediados y fines del cuarto semestre. Los Seminarios de Seguimiento serán programados desde la Coordinación y podrán ser abiertos para que profesores y estudiantes del programa.

Artículo 18.- Previo a la presentación del seminario de avance, el alumno deberá entregar a la coordinación del posgrado y a los miembros del comité tutorial, un informe detallado de las actividades realizadas durante el periodo a evaluar, para lo cual hará entrega de un escrito que contenga un resumen de los resultados y su respectiva discusión. en base a este documento y la presentación del seminario de avance el Comité Tutorial emitirá su evaluación.

Artículo 19.- Una vez concluido el trabajo de tesis, iniciará el proceso de titulación con la entrega de una copia impresa y una electrónica del manuscrito de Tesis acompañado por un escrito del Director de Tesis donde avale la conclusión del trabajo y solicite el nombramiento del Jurado de Tesis. El Director podrá incluir sugerencias de miembros del Jurado. En las sugerencias de profesores externos al Programa, deberá anexar copia del CVU-CONACYT o equivalente.

Artículo 20.- Para la obtención del grado de Maestría en Nanotecnología, además de cubrir el número mínimo de créditos requeridos, el estudiante deberá sustentar aprobatoriamente el seminario de tesis ante el Comité Revisor de Tesis, cuyos integrantes evaluarán la calidad de la Tesis, emitiendo un dictamen individual acerca del trabajo académico y de investigación desarrollado por el estudiante, así como la calidad de su presentación. Aprobado por unanimidad este seminario, se procederá a programar por parte del coordinador del programa, la defensa pública de la tesis o examen de grado.

Artículo 21.- El Comité Revisor de Tesis del examen de grado de Maestría se integrará por el Director de Tesis y cuatro sinodales, uno de los cuales deberá ser de preferencia externo a la Institución y especialista en el área de investigación de la tesis. En la integración del Jurado de Examen se considerará, en primera instancia, a los miembros del Comité de Tesis.

Artículo 22.- Una vez que la Coordinación reciba el dictamen aprobatorio UNÁNIME del manuscrito de tesis emitido por el Comité Revisor de Tesis, se considerará concluida la fase escrita del proceso de titulación (Art. 67 del REP) y se procederá a continuación con acreditación de la asignatura Tesis (clave 1134).

Artículo 23.- Una vez cumplidos los requisitos administrativos, la Coordinación programará la fecha de Defensa de Tesis (fase oral del proceso de titulación) al menos con CINCO días hábiles de antelación.

Artículo 24.- Se aceptará que los miembros externos del Jurado de Tesis, que residan fuera de nuestra ciudad, asistan mediante Videoconferencia.

Artículo 25.- La fase oral del examen de grado, es decir la defensa de la tesis, deberá realizarse ante, al menos, 5 miembros del jurado, el cual estará integrado considerando, en primera instancia, a los miembros del Comité de Tesis.

Artículo 26.- Tutor Académico. Para ser Tutor Académico de Maestría, además de los requisitos señalados en el artículo 23 del REP, se deberán reunir los siguientes requisitos:

- Ser miembro del Núcleo Académico Básico o del Núcleo Académico Complementario del Posgrado.
- Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores, o tener una producción académica de alta calidad de, al menos, 5 publicaciones en los últimos 3 años. Entendiendo por alta calidad a artículos en revistas de circulación internacional indexadas, según indicadores nacionales establecidos por CONACYT.

Artículo 27.- Las obligaciones del Tutor Académico será guiar académicamente al estudiante en el medio universitario, asistir a los seminarios de seguimiento semestral programados desde la Coordinación y entregar los formatos de evaluación del estudiante firmados por el Comité Tutoral. y completar y entregar a la Coordinación el formato CONACYT de Evaluación del Desempeño del Becario antes de la finalización del ciclo escolar.

Artículo 28.- Comité Tutoral. Para ser miembro del Comité Tutoral de Maestría, además de los señalados en el artículo 25 del REP, se deberán reunir los siguientes requisitos:

- Ser miembro del Núcleo Académico Básico o del Núcleo Académico Complementario del Posgrado.
- Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores, o tener una producción académica de alta calidad de, al menos, 5 publicaciones en los últimos 3 años. Entendiendo por alta calidad a artículos en revistas de circulación internacional indexadas, según indicadores nacionales establecidos por CONACYT.

Artículo 29.- La responsabilidad del Comité Tutoral será dar asesoría y seguimiento al cumplimiento del avance del plan de estudios del estudiante, especialmente el proyecto de tesis (Art. 26, REP). Cualquier modificación al proyecto de tesis, deberá ser debidamente justificada y deberá ser sometida a consideración del Comité Tutoral y finalmente a la Comisión Académica del Posgrado.

Artículo 30.- El Comité Tutoral deberá asistir a los Seminarios de Seguimiento del estudiante, y presentar una evaluación a la Coordinación sobre el avance del proyecto de tesis que incluya las recomendaciones pertinentes.

Artículo 31.- En caso de que un Tutor o miembro del comité tutorial incumplan con sus obligaciones, la Comisión Académica le suspenderá de esta responsabilidad y nombrará su reemplazo.

Artículo 32.- El jurado del examen de grado de Maestría se integrará por el Director de Tesis y al menos tres sinodales, uno de los cuales deberá ser de preferencia externo a la institución y especialista en el área de investigación de la tesis. En la integración del Jurado de Examen se considerará en primera instancia a los miembros del Comité de Tesis.

Artículo 33.- Para la obtención del grado de Maestría en Nanotecnología, además de cubrir el número mínimo de créditos requeridos, el alumno deberá cumplir con lo establecido en el **Artículo 20**, del presente reglamento. Una vez cubiertos estos dos, se procederá a la programación a la defensa pública o examen de grado.

Artículo 34.- El Director de Tesis tendrá la responsabilidad de dirigir y apoyar al estudiante desde la aprobación del tema de tesis por la Comisión Académica hasta la presentación del examen de grado (Art. 29, REP). Además, el director procurará que el estudiante cumpla con tiempos de titulación establecidos en el Artículo 11 del REP y la dedicación exclusiva del estudiante.

Artículo 35.- Podrá ser Director de Tesis cualquier profesor adscrito al Núcleo Académico Básico del Posgrado o al Núcleo Académico Complementario y que cumpla con los requisitos siguientes:

- Ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores, o contar con una producción de investigación en el área en que se pretende dirigir la tesis, medida mediante la publicación de al menos 5 artículos durante los últimos 3 años y en revistas de circulación internacional según indicadores nacionales establecidos por CONACYT.
- Haber sido Director de, al menos, una tesis de Licenciatura (concluida).
- No estar dirigiendo de manera simultánea más de 3 tesis de Maestría o lo establecido por el PNPC al respecto, pudiendo estas ser de programas diferentes.

Artículo 36.- Codirector de Tesis. La figura del Codirector de Tesis podrá ser autorizada por la Comisión Académica del Posgrado. El codirector solo podrá ser cualquier profesor adscrito al Núcleo Académico Básico del Posgrado o al Núcleo Académico Complementario o bien si es un investigador de otra institución. Se permitirá la codirección en los casos en que el director y el codirector pertenezcan a áreas distintas y complementarias, esto a criterio de la Comisión Académica del Posgrado. Para tal efecto, el director del proyecto deberá dirigir una carta a la Comisión Académica donde justifique y explique claramente el trabajo que desarrollará el codirector. Preferentemente la codirección deberá ser planteada desde el inicio de la propuesta. El codirector deberá cumplir con los mismos requisitos que un director de tesis, en lo relacionado con la productividad, tal como se menciona en el artículo 34 de estos lineamientos.

Artículo 37.- Asesor de Tesis. Cada proyecto de tesis podrá contar con un asesor, previa aprobación de la Comisión Académica. El asesor solo podrá ser cualquier profesor adscrito al Núcleo Académico Básico del Posgrado o al Núcleo Académico Complementario o bien si es un investigador de otra institución. Para tal efecto, el director del proyecto deberá dirigir una carta a la Comisión Académica donde justifique y explique claramente el trabajo que desarrollará el asesor. La Comisión podrá, en caso de ser necesario, solicitar la ampliación de la justificación

que se presente, para evaluar la pertinencia de esta. El asesor deberá cumplir con los mismos requisitos que un director de tesis, en lo relacionado con la productividad, tal como se menciona en el artículo 30 de estos lineamientos.

Artículo 38.- Los estudiantes con dedicación de tiempo completo, contarán con el plazo máximo de dos años y seis meses para concluir el plan de estudios y la obtención del diploma o grado, tal como lo establece el artículo 11 del Reglamento de estudios de posgrado. Por causa debidamente justificada los estudiantes podrán solicitar prórroga hasta por un año, contado a partir de la terminación del plazo establecido en párrafo anterior, el plazo máximo para obtener el grado no será mayor a los 3 años y seis meses contados a partir de su primera inscripción en la maestría. La Comisión Académica del Posgrado resolverá, en definitiva, la procedencia o no de la prórroga solicitada.

Artículo 39.- Los asuntos no contemplados en el presente reglamento serán resueltos por la Comisión Académica del Posgrado

PROGRAMAS DE MATERIAS



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MATEMÁTICAS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1124	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Obligatoria	
Horas:	Teoría	Práctica
	5	0
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El estudiante adquirirá y dominará la herramienta matemática base, comprendiendo y aplicando las ventajas e identificando las limitaciones de cada técnica, desarrollando su capacidad de construir, analizar, sintetizar modelos matemáticos. Adquiriendo la habilidad de discriminar la dependencia del modelo, con aplicación a las áreas de las Ciencias e Ingeniería, juzgando e interpretando la solución.

Temas y subtemas

Unidad I: Ecuaciones diferenciales ordinarias (edo)

1. Construcción de Modelos Matemáticos, Físicos y Químicos,
2. Ecuaciones diferenciales de primer orden, lineales y no lineales
3. Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden (modelado)
4. Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior
5. Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de segundo orden (modelado)
6. Series infinitas (optativa)
7. Ecuaciones diferenciales con coeficientes variables (optativa)
8. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales (optativa)

Unidad II: Fourier

1. Series e integrales de Fourier
2. Transformadas integrales
3. Funciones ortogonales

Unidad III: Laplace

1. Transformada de Laplace
2. Aplicaciones de la transformada de Laplace, modelado y solución de EDO.

Unidad IV: Ecuaciones diferenciales parciales (edp)

1. Introducción
2. Modelos matemáticos
3. Condiciones frontera
4. Métodos de Solución I: Separación de variables
5. Métodos de Solución II: Superposición
6. Métodos de Solución III: Combinación compleja
7. Métodos de Solución IV: Transformada de Laplace
8. Normalización

Unidad V: Tópicos especiales

1. Funciones Especiales: Bessel, Error, Gamma, Beta, Legendre
2. Variable Compleja: Introducción
3. Tensores: Introducción.

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la evaluación departamental y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70% , para aprobar el curso. la puntuación final del 70 , para aprobar el curso



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FÍSICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1125	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Obligatoria	
Horas:	Teoría	Práctica
	5	0
Créditos:	10	

Unidad I. Mecánica

- a. Leyes de Newton
- b. Ley de conservación de la energía
 - 2.1 Trabajo.
 - 2.2 Energía Cinética.
 - 2.3 Energía Potencial.
3. Ley de conservación del momento lineal
 - 3.1 Momento lineal de una partícula puntual.
 - 3.2 Sistemas de partículas.
 - 3.3 Conservación del momento lineal de un sistema de partículas.
 - 3.4 Trabajo y energía en un sistema de partículas
4. Ley de conservación del momento angular
 - 4.1 Momento angular de una partícula puntual.
 - 4.2 Relación entre la torca y el momento angular.
 - 4.3 Cuerpo Rígido.
 - 4.4 Energía cinética rotacional de un cuerpo rígido.
 - 4.5 Momento de inercia.
 - 4.6 Dinámica de cuerpo rígido.
 - 4.7 Teorema de conservación del momento angular.
5. Oscilaciones
 - 5.1 Movimiento armónico simple.
 - 5.2 Consideraciones energéticas en el movimiento armónico simple.

Unidad II. Electromagnetismo

1. Electroestática en el vacío y en presencia de materiales
 - 1.1 Ley de Coulomb.
 - 1.2 Campo eléctrico.
 - 1.3 Ley de Gauss
 - 1.4 Potencial Eléctrico.
 - 1.4.1 Capacitancia
 - 1.4.2 Ley de Gauss en los dieléctricos.
 - 1.4.3 Conducción eléctrica, punto de vista macroscópico (corriente, resistencia)
 - 1.4.4 Conducción eléctrica, punto de vista microscópico (densidad de corriente, resistividad).
2. Magnetostática en el vacío y en presencia de materiales
 - 2.1 El campo magnético.
 - 2.2 Fuerza magnética sobre cargas en movimiento.
 - 2.3 Ley de Biot-Savart.
 - 2.4 Ley de Ampere.

- 2.5 Ley de Faraday.
- 2.6 Magnetización.
- 2.7 Materiales magnéticos.
- 3. Ondas electromagnéticas en el vacío y en presencia de materiales
 - 3.1 Campos magnéticos incluidos.
 - 3.2 Corriente de desplazamiento.
 - 3.3 Leyes de Maxwell en el vacío.
 - 3.4 Ondas electromagnéticas en el vacío y en presencia de materiales.

Unidad III. Óptica física

- 1. Naturaleza y propagación de la luz
- 2. Leyes de Snell
 - 2.1 Reflexión.
 - 2.2 Refracción.
- 3. Interferencia
 - 3.1 Experimento de la doble rendija.
 - 3.2 El interferómetro de Michelson.
- 4. Difracción
 - 4.1 Difracción por una rendija.
 - 4.2 La rejilla de difracción.
 - 4.3 Difracción de Rayos-X por un cristal.
- 5. Polarización
 - 5.1 Polarización por reflexión.
 - 5.2 Doble refracción.
 - 5.3 Polarización circular.

Unidad IV. Física moderna

- 1. Relatividad especial
 - 1.1 Experimento de Michelson – Morley
 - 1.2 Transformación de Lorentz.
 - 1.3 Contracción de longitudes.
 - 1.4 Dilatación del tiempo.
 - 1.5 Masa relativista.
- 2. Dualidad onda - Partícula
 - 2.1 Propiedades corpusculares de las ondas.
 - 2.2 Propiedades ondulatorias de las partículas.
 - 2.3 Principio de incertidumbre.
 - 2.4 Estructura atómica.
- 3. Mecánica cuántica
 - 3.1 Ecuación de Schrödinger
 - 3.2 Algunas aplicaciones sencillas de la ecuación de Schrödinger (partícula en una caja, efecto túnel)
 - 3.3 El oscilador armónico
 - 3.4 El átomo de hidrógeno.
- 4. Física atómica y molecular
 - 4.1 El spin del electrón
 - 4.2 El principio de exclusión y la tabla periódica
 - 4.3 Átomos con más de un electrón
 - 4.4 Transiciones atómicas
 - 4.5 Moléculas diatómicas

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la evaluación departamental y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70%, para aprobar el curso. La puntuación final del 70%, para aprobar el curso.



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

QUÍMICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1126	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Obligatoria	
Horas:	Teoría	Práctica
	5	0
Créditos:	10	

1. Introducción

Objetivo:

Identificar el área de la química en el marco general de la ciencia.

Temas:

- 1.1. Definición de la Química.
- 1.2. Estados de la Materia.
- 1.3. Sustancias, Moléculas y Elementos.

2. Teoría atómica

Objetivo:

Comprender la estructura del átomo y aprender a definir los números cuánticos y otras características a partir del número atómico.

Temas:

- 2.1. Teoría del Dalton.
- 2.2. Masa Atómica.
- 2.3. Número Atómico.
- 2.4. Partículas Subatómicas.
- 2.5. Niveles y Subniveles Energéticos.
- 2.6. Números Cuánticos.
- 2.7. Períodos y Grupos de la Tabla Periódica.

3. Estructura de los compuestos

Objetivo:

Comprender la naturaleza de los enlaces químicos.

Temas:

- 3.1. Valencia y Números de Oxidación.
- 3.2. Enlaces Químicos.
- 3.3. Enlace Iónico.
- 3.4. Enlace Covalente.
- 3.5. Otros tipos de Enlace.
- 3.6. Orbitales Moleculares.
- 3.7. Enlace Covalente Coordinado.
- 3.8. Formación Estructural.

4. Nomenclatura química

Objetivo:

Aprender a nombrar de manera sistemática compuestos, en base a su estructura y sus grupos funcionales y explicar los mecanismos de síntesis de compuesto.

Temas:

- 4.1. Nombres Químicos Sistemáticos.
- 4.2. Compuestos Binarios.
- 4.3. Compuestos Ternarios.
- 4.4. Ácidos, Bases y Sales.
- 4.5. Nombres Comunes.
- 4.6. Compuestos Orgánicos.

5. Principio de conservación de la materia

Objetivo:

Manejar y utilizar con propiedad las diferentes expresiones de la concentración.

Temas:

- 5.1. Cálculo de Masas y Unidades Moleculares.
- 5.2. Volumen Molar de un Gas.
- 5.3. Cálculo de la Composición Porcentual de los Compuestos.
- 5.4. Cálculo de Fórmula Empírica y Molecular.
- 5.5. Balance de Ecuaciones Químicas.
- 5.6. Estequiometría.
- 5.7. Leyes de los Gases y Ecuación del Gas Ideal.
- 5.8. Concentración de las Soluciones.
- 5.9. Factores que afectan la Solubilidad y la Velocidad de Dilución.

6. Principio de conservación de energía

Objetivo:

Comprender y calcular en problemas sencillos, las magnitudes que hacen posibles y espontáneos los procesos termodinámicos en transformaciones químicas.

Temas:

- 6.1. Conceptos de la 1ª, 2ª, y 3ª. Leyes de la Termodinámica.
- 6.2. Calores de Reacción, Formación y Combustión.
- 6.3. Ecuaciones Termoquímicas.
- 6.4. Ley de Hess.
- 6.5. Cambio Entrópico en las Transformaciones Físicas.
- 6.6. Cambio Entrópico en las Reacciones Químicas.

7. Equilibrio químico y/o termodinámico

Objetivo:

Aprender a predecir la factibilidad de una reacción química, el máximo grado de avance que se puede obtener y la influencia de la temperatura y de las concentraciones sobre el equilibrio químico.

Temas:

- 7.1. Equilibrio Químico en las Reacciones Reversibles.
- 7.2. Equilibrio Químico en las Reacciones Irreversibles.
- 7.3. Principio de Le-Chatelier.
- 7.4. Energía Libre de Gibbs.
- 7.5. Constante de Equilibrio Termodinámico.

8. Cinética química

Objetivo:

Comprender los factores que afectan la velocidad de una reacción química, así como aprender a expresar ecuaciones de la velocidad de reacción química y determinar la energía de activación a partir de datos experimentales.

Temas:

- 8.1. Velocidad de Reacción en Sistemas Homogéneos.
- 8.2. Velocidad de Reacción en Sistemas Heterogéneos.
- 8.3. Orden de la Reacción y Molecularidad.
- 8.4. Energía de Activación.
- 8.5. Complejo Activado.

- 8.6. Modelo de Colisión.
- 8.7. Ecuación de Arrhenius.

9. Regla de las fases

Objetivo:

Aprender e interpretar un diagrama de fases de equilibrio.

Temas:

- 9.1. Regla de las Fases de Gibbs.
- 9.2. Sistemas de un Componente.
- 9.3. Sistemas de dos Componentes.
- 9.4. Tipos de Diagrama de Equilibrio.

10. Polímeros

Objetivo:

El alumno tendrá una idea del tipo de propiedades que se obtienen con las familias más importantes de polímeros.

Temas:

- 10.1. Estructura.
- 10.2. Propiedades Físicas y Químicas.
- 10.3. Relación Estructura – Propiedad.

11. Aspectos generales de bioquímica y biológica molecular

Objetivo:

Aprender la estructura y la función de las biomoléculas.

Temas:

- 11.1. Agua.
- 11.2. Carbohidratos.
- 11.3. Lípidos.
- 11.4. Proteínas.
- 11.5. Acidos Nucleicos.

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la evaluación departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70%, para aprobar el curso. la puntuación final del 70%, para aprobar el curso.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

BIOLOGÍA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1127	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Obligatoria	
Horas:	Teoría	Práctica
	5	0
Créditos:	10	

1. Las Moléculas Biológicas

Objetivo:

Comprender las implicaciones funcionales, estructurales y químicas de las moléculas biológicas.

Temas:

- 1.1 Proteínas
- 1.2 Ácidos Nucleicos
- 1.3 Lípidos
- 1.4 Carbohidratos
- 1.5 Vitaminas
- 1.6 Minerales
- 1.7 Azúcares

2. La Célula

Objetivo:

Comprender el origen y la diferenciación celular, en relación al tiempo de evolución.

Temas:

- 2.1 Origen y Evolución de las Células
- 2.2 Procariotes: Estructura, funciones, características.
- 2.3 Eucariotes: Características, arreglo intracelular.

3. Fundamentos de Biología Molecular

Objetivo:

Entender las bases químicas de la información genética

Temas:

- 3.1 Herencia, Genes y DNA
- 3.2 Expresión Genética
- 3.3 DNA Recombinante

4. Flujo de Información Genética

Objetivo:

Entender los mecanismos de la transferencia de características de un individuo a su descendencia.

Temas:

- 4.1 Cromosomas y Cromatina
- 4.2 Secuenciación
- 4.3 El Genoma Humano

5. Replicación del DNA

Objetivo:

Comprender los mecanismos bioquímicos del ácido desoxiribonucleico.

Temas:

- 5.1 Replicación
- 5.2 Reparación
- 5.3 Recombinación

6. Síntesis de RNA

Objetivo:

Comprender los mecanismos donde se involucra el ácido oxiribonucleico.

Temas:

- 6.1 Transcripción
- 6.2 Regulación de la Transcripción en Eucariotes

7. Síntesis, Procesamiento y Regulación de Proteínas

Objetivo:

Aprender los mecanismos de la síntesis de las proteínas y su distribución.

Temas:

- 7.1 Traducción de mRNA
- 7.2 Empaquetamiento de Proteínas
- 7.3 Regulación de la Función Proteica

8. Estructura y Función Celular

Objetivo:

Aprender las funciones de los organelos celulares y su participación en la creación de una nueva célula.

Temas:

- 8.1 El Núcleo
- 8.2 Transporte de Proteínas
- 8.3 Retículo Endoplásmico
- 8.4 Aparato de Golgi
- 8.5 Lizosomas
- 8.6 Mitocondria, Cloroplastos, Peroxisomas
- 8.7 El Citoesqueleto y el Movimiento Celular
- 8.8 Señalamiento en Desarrollo y Diferenciación

9. El Ciclo Celular

Objetivo:

Comprender el proceso de la creación de una nueva célula.

Temas:

- 9.1 El Ciclo Celular Eucariótico
- 9.2 Regulación del Ciclo
- 9.3 Fase M
- 9.4 Meiosis y Fertilización
- 9.5 Proliferación Celular

10. Cáncer

Objetivo:

Entender las bases moleculares del cáncer.

Temas:

- 10.1 Desarrollo y Etiología
- 10.2 Virus Tumorales
- 10.3 Oncogenes
- 10.4 Genes Supresores

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la evaluación departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70%, para aprobar el curso. la puntuación final del 70%, para aprobar el curso.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

INTRODUCCION A LA NANOTECNOLOGIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1128	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

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

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Conceptos básicos
2. Definiciones
3. Diferentes escalas
4. Comparaciones
5. Conclusiones

Unidad II. Introducción a la física del estado sólido.

1. Estructura
2. Propiedades dependientes del tamaño
3. Estructuras cristalinas
4. Nanopartículas cúbicas
5. Estructuras semiconductoras
6. Vibraciones de red

Unidad III. Métodos de medición de propiedades.

1. Introducción
2. Estructura
3. Estructuras atómicas
4. Cristalografía
5. Determinación del tamaño de las partículas
6. Microscopía
7. Microscopía de transmisión electrónica
8. Microscopía de campo iónico
9. Microscopía de barrido
10. Espectroscopia
11. Espectroscopia infrarroja y Raman
12. Espectroscopia de fotoemisión y rayos x
13. Resonancia magnética.

Unidad IV. Propiedades de nanopartículas individuales.

1. Introducción
2. Nanocúmulos metálicos
3. Números mágicos
4. Modelado teórico de nanopartículas
5. Estructura geométrica
6. Estructura electrónica
7. Reactividad
8. Cúmulos magnéticos
9. Nanotransiciones
10. Nanopartículas semiconductoras
11. Propiedades ópticas
12. Fotofragmentación
13. Explosión coulombica
14. Agregados moleculares y de gases raros
15. Agregados de gases inertes
16. Agregados superfluidos
17. Cúmulos moleculares
18. Métodos de síntesis
19. Plasma
20. Métodos químicos
21. Termólisis
22. Métodos de pulsión de láser

Unidad V. Nanoestructuras de carbono.

1. Introducción
2. Moléculas de carbono
3. Naturaleza del enlace de carbono
4. Nuevas estructuras de carbono
5. Cúmulos de carbono
6. Pequeños agregados de carbono
7. Descubrimiento del C₆₀
8. Estructura del C₆₀ y sus cristales
9. C₆₀ dopado con elementos alcalinos
10. Superconductividad en C₆₀
11. Fullerenos grandes y pequeños
12. Otros fullerenos
13. Nanotubos de carbono
14. Fabricación. Estructura
15. Propiedades eléctricas
16. Propiedades vibracionales.
17. Propiedades mecánicas
18. Aplicaciones de los nanotubos de carbono
19. Emisión de campo y apantallamiento
20. Computadoras
21. Celdas de combustible
22. Sensores químicos
23. Catálisis
24. Reforzamiento mecánico

Unidad VI. Materiales nanoestructurados.

1. Nanoestructuras sólidas desordenadas
2. Métodos de síntesis
3. Mecanismos de falla de materiales convencionales
4. Propiedades mecánicas
5. Multicapas nanoestructuradas
6. Propiedades eléctricas
7. Otras propiedades
8. Nanocompuestos vítreos
9. Sílice porosa
10. Cristales nanoestructurados
11. Nanocristales naturales
12. Predicción computacionales de redes de agregados
13. Arreglos de nanopartículas en zeolitas
14. Cristales de nanopartículas metálicas
15. Redes de nanopartículas en suspensiones coloidales
16. Cristales fotónicos

Unidad VII. Ferromagnetismo nanoestructurado.

1. Bases del ferromagnetismo
2. Efecto de la nanoestructura en las propiedades magnéticas
3. Dinámica de los nanomagnetos
4. Nanoporos conteniendo partículas magnéticas
5. Nanoferrromagnetos de carbono
6. Magnetoresistencia
7. Ferrofluidos

Unidad VIII. Espectroscopía óptica y vibracional.

1. Introducción
2. Rango de la frecuencia de infrarrojo
3. Espectroscopía de semiconductores
4. Espectroscopía superficial de infrarrojo
5. Espectroscopía Raman
6. Espectroscopía de Brillouin
7. Luminiscencia.
8. Fotoluminiscencia.
9. Estados superficiales
10. Termoluminiscencia
11. Nanoestructuras en cajas zeolíticas

Unidad IX. Alambres moleculares y puntos cuánticos.

1. Introducción
2. Preparación de nanoestructuras cuánticas
3. Efectos del tamaño y dimensionalidad
4. Efectos del tamaño
5. Conducción de electrones y dimensionalidad
6. Gas de Fermi y densidad de estados
7. Pozos de potencial
8. Confinamiento de partículas
9. Dependencia de las propiedades de la densidad de estados
10. Excitones
11. Tuneleo de electrones
12. Aplicaciones
13. Detectores infrarrojos
14. Láseres de puntos cuánticos
15. Superconductividad

Unidad X. Autoensamblaje y catálisis.

1. Autoensamblaje
2. Procesos de autoensamblaje
3. Islas de semiconductores
4. Monocapas
5. Catálisis
6. Naturaleza de la catálisis
7. Área superficial de nanopartículas
8. Materiales porosos
9. Arcillas
10. Coloides

Unidad XI. Compuestos orgánicos y polímeros.

1. Introducción
2. Formación y caracterización de polímeros
3. Polimerización
4. Tamaños de los polímeros
5. Nanocristales
6. Tipos de anillos condensados
7. Tipos de polidiacetileno.
8. Polímeros
9. Polímeros conductores
10. Copolímeros de bloque.
11. Estructuras supramoleculares
12. Tipos de transición mediada por metales
13. Moléculas dendríticas

14. Dendrimeros supramoleculares
15. Micelas

Unidad XII. Materiales biológicos

1. Introducción
2. Bloques biológicos
3. Tamaños de los bloques biológicos y nanoestructuras
4. Nanoalambres polipeptídicos y nanopartículas proteínicas
5. Ácidos nucleicos
6. Nanoalambres de ADN
7. Código genético y síntesis de proteínas
8. Nanoestructuras biológicas
9. Ejemplos de proteínas
10. Micelas y vesículas
11. Películas multicapa

Unidad XIII. Nanomáquinas y nanodispositivos

1. Sistemas microelectromecánicos (MEMSs)
2. Sistemas nanoelectromecánicos (NEMSs)
3. Fabricación
4. Nanodispositivos y nanomáquinas
5. Conmutadores moleculares y supramoleculares

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Nanotechnology	C.P. Poole Jr. Y F.J. Owens	John Wiley & Sons	2003



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

CARACTERIZACION DE MATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1130	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Obligatoria	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El alumno analizará los fundamentos y aplicaciones de técnicas analíticas, con el fin de aplicar la metodología de solución en problemas relacionados con la Ciencia de Materiales.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Propiedades Químicas de los Materiales
2. Propiedades Físicas de los Materiales
3. Estrategias en el estudio de las propiedades de los Materiales

Unidad II. Análisis Químico Elemental.

1. Alcances y limitaciones de las técnicas orientadas al análisis elemental (AA, ICP, CHONS)
2. Descripción técnicas comunes en el análisis elemental
3. Revisión de los criterios en la selección de la técnica de análisis
4. Preparación de muestras
5. Interpretación de resultados

Unidad III. Análisis de muestras por Difracción de Rayos X

1. Alcances y limitaciones de la difracción de rayos x
2. Revisión de los fundamentos de la técnica
3. Descripción de los equipos de análisis por DRX
4. Preparación de muestras
5. Interpretación de resultados

Unidad IV. Análisis Térmicos en la caracterización de materiales.

1. Alcances y limitaciones de las técnicas basadas en tratamientos térmicos de muestras descripción del fundamento de la técnica descripción de los equipos y accesorios
2. Revisión de los criterios en la selección de condiciones de análisis y preparación de muestras
3. Interpretación de resultados

Unidad V. Análisis por Microscopía Óptica, Microscopía Electrónica y Microscopía de Fuerza Atómica.

1. Microscopía Óptica (MO)
2. Alcances y limitaciones de las técnicas relacionadas con la MO
3. Revisión de los criterios en la selección de la técnica de análisis MO
4. Preparación de muestras
5. Interpretación de Resultados
6. Microscopía Electrónica (MEB y MET) y Microscopía de Fuerza Atómica (MFA)
7. Ventajas y desventajas de las técnicas relacionadas con la, MEB, MET y MFA
8. Fundamentos del análisis por MEB, MET y MFA

9. Información obtenida a partir de las técnicas de análisis MEB, TEM y FEM
10. Preparación de muestras
11. Interpretación de resultados

Unidad VI. Medición de propiedades mecánicas.

1. Introducción a las propiedades mecánicas de los materiales
2. Ensayo de tensión
3. Ensayo de compresión
4. Ensayo de torsión
5. Ensayo de flexión
6. Ensayo de corte
7. Dureza
8. Impacto

Unidad VII. Técnicas analíticas para evaluación de propiedades ópticas y electrónicas en materiales.

1. Introducción a las propiedades ópticas y electrónicas de los materiales
2. Índice de refracción
3. Reflectancia y transmitancia
4. Holografía
5. Fibras ópticas

Unidad VIII. Técnicas analíticas para evaluación de propiedades magnéticas en materiales.

1. Introducción a las propiedades magnéticas de los materiales
2. Medición de estabilidad térmica de propiedades magnéticas
3. Medición del loop de histéresis (Mr, Ms, S*, Hc, Mrt, SFD)
4. Magnetización Inicial
5. Medición de anisotropía magnética
6. Medición de pérdida de histéresis rotacional.

Unidad IX. Espectroscopía Infrarrojo, Ultravioleta y Resonancia Magnética Nuclear.

1. Espectroscopia infrarroja
2. Fundamentos de la espectroscopia y espectro electromagnético
3. Espectroscopia Infrarroja de materiales orgánicas
4. Interpretación del espectro infrarrojo
5. Preparación de muestras
6. Espectroscopia ultravioleta
7. Fundamentos de espectroscopia ultravioleta
8. Interpretación de los espectros UV
9. Preparación de muestras
10. Prácticas de laboratorio
11. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear
12. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear
13. Absorción RMN
14. Espectroscopia de H RMN
15. Corrimiento Químico en H RMN
16. Integración de absorciones de H RMN

Unidad X. Técnicas analíticas para evaluación de propiedades texturales en materiales.

1. Alcances y limitaciones de las técnicas de análisis de propiedades texturales
2. Fundamentos de las técnicas de análisis de área superficial, porosidad y distribución de tamaño de partículas
3. Revisión de técnicas comunes para análisis de propiedades de textura de sólidos.
4. Interpretación de resultados

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Materials Science and Technology, Vol. 2A, Characterization of Materials Part. I	VARIOS	VCH Publisher Inc.	1992
2	Libro	Scanning and Transmissin Electron Microscopy an Introduction	Stanley L. Flegler, John W. Heckman, Jr. and Karen L. Klomporen	W.H. Freeman and Company	1993
3	Libro	Transmission Electron Microscopy	David B. Wiliams and C. Barry Carter Geoffrey W. Rowe	Ediciones Urmo	1972
4	Libro	Microscopia Electrónica	M. José-Yacamán y J. Reyes-Gasga	Fondo de Cultura Económica	1995
5	Libro	Transmission Electron Microscopy	L. Reimer	Springer-Verlag	1997
6	Libro	Fundamentals of Crystallography	Carmelo Giocovazzo	International Union of Crystallography- Oxford University Pres	1992
7	Libro	X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials	Harold P. Klug & Leroy E. Alexander	Wiley	1974
8	Libro	The Rietveld Method	Robert A. Young	International Union of Crystallography- Oxford University Pres	1993
9	Libro	Porosity in carbons: Characterization and Applications	Patrick JW	Great Britain: Halsted Press	1995
10	Libro	Adsorption, Surface Area and Porosity	Gregg SJ, Sing KSW	Academic Press Lond	1997



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

HERRAMIENTAS TEÓRICAS DE LA CIENCIA DE MATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	1131	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Obligatoria	
Horas:	Teoría	Práctica
	5	1
Créditos:	11	

Objetivos específico:

1. Analizará los antecedentes físicos del establecimiento de la Mecánica Cuántica
2. Explicará el significado físico de la Ecuación de Schrödinger y su aplicación a la descripción de la estructura electrónica de átomos y sistemas más complejos
3. Explicará el modelo del electrón libre y sus aplicaciones en ciencia de materiales
4. Explicará las ideas básicas de la teoría de bandas y sus aplicaciones en ciencia de materiales
5. Describirá la fenomenología de la difusión atómica en materiales, sus leyes básicas y su aplicación a materiales diversos
6. Identificará las fases y los procesos asociados a un diagrama de equilibrio dado
7. Explicar y aplicar las reglas de las fases y de la palanca
8. Analizará, de manera simplificada, el fundamento termodinámico de las transformaciones de fases en materiales
9. Describirá la evolución temporal de materiales diversos en tránsito hacia la estructura de equilibrio
10. Describirá físicamente el origen microscópico de las principales propiedades mecánicas de los materiales
11. Describirá físicamente el origen microscópico de las principales propiedades electromagnéticas y ópticas de los materiales
12. Explicará los fundamentos y las principales manifestaciones prácticas de la catálisis y la corrosión

Temas y subtemas

Unidad I. Estructura electrónica de los materiales

1. Antecedentes de la Mecánica Cuántica
 - 1.1 Partículas y ondas
 - 1.2 El Modelo de Bohr del átomo de hidrógeno
 - 1.3 El Principio de incertidumbre

2. La Ecuación de Schrödinger
 - 2.1 La ecuación de onda de Schrödinger
 - 2.2 Interpretación física de la función de onda
 - 2.3 Solución de la ecuación de Schrödinger para algunos potenciales sencillos
 - 2.4 El átomo de hidrógeno
 - 2.5 Números cuánticos
 - 2.6 Átomos con más de un electrón
 - 2.7 El principio de exclusión
 - 2.8 Estructura electrónica de los elementos
 - 2.9 Enlaces químicos
 - 2.10 Estructura molecular
 - 2.11 Estructuras cristalinas metálicas
3. El Modelo de electrón libre
 - 3.1 La aproximación de electrón libre (Modelo de Drude)
 - 3.2 Sistema de electrones en una caja de paredes rígidas
 - 3.3 Densidad de estados
 - 3.4 Aplicación del modelo de electrón libre a los metales.
 - 3.5 Calor específico electrónico
 - 3.6 Conductividad térmica en los metales
 - 3.7 Conductividad eléctrica en los metales
 - 3.8 El efecto Hall
4. Teoría de Bandas
 - 4.1 Introducción: tipos de enlace
 - 4.2 Orígenes y consecuencias de las bandas de energía
 - 4.3 Metales, aislantes y semiconductores
 - 4.4 Masa efectiva
 - 4.5 Huecos

Unidad II. Transformaciones de fases.

1. Difusión
2. Difusión y Leyes de Fick
3. La difusión como un proceso activado térmicamente
4. Influencia de las impurezas y la temperatura en la difusión
5. Difusión en cristales
6. Difusión en vidrio
7. Difusión en dislocaciones, fronteras y superficies
8. Diagramas de equilibrio
 - 8.1 Diagramas de equilibrio
 - 8.2 Regla de las fases
 - 8.3 Regla de la palanca
 - 8.4 Reacciones eutécticas, peritética y relacionadas
 - 8.5 Fases metaestables. Ejemplos: el sistema Al-Cu
 - 8.6 El sistema $Al_2O_3 - SiO_2$
 - 8.7 El diagrama hierro-cementita.
 - 8.8 Diagramas ternarios
 - 8.9 El sistema $Al_2O_3 - SiO_2 - MgO$
9. Termodinámica de las transformaciones de fases
 - 9.1 Termodinámica y estructura
 - 9.2 Cristalización. Solidificación dendrítica
 - 9.3 Solución sólida *versus* segregación
 - 9.4 Transformaciones de orden-desorden
 - 9.5 Nucleación y crecimiento *versus* descomposición espinodal
 - 9.6 Energía libre y diagramas de equilibrio
10. Cinética de las transformaciones de fases
 - 9.7 Envejecimiento
 - 9.8 Precipitación, zonas GP, crecimiento de grano y coalescencia
 - 9.9 Diagramas TTT
 - 9.10 Transformación martensítica
 - 9.11 Transformación vítrea

Unidad III. La relación estructura – propiedades.

1. Estructura y propiedades mecánicas
 - 1.1 Origen microscópico de la elasticidad y la dilatación térmica
 - 1.2 Mecanismo microscópico de la deformación plástica
 - 1.3 Descripción microscópica de la fractura, la fatiga, el endurecimiento y la recuperación
 - 1.4 Papel de las dislocaciones, las maclas, las inclusiones, los poros y otros agentes
2. Estructura electrónica y propiedades electromagnéticas
 - 2.1 Mecanismos para la conductividad eléctrica y la polarización
 - 2.2 Origen microscópico de la ferro-electricidad y la piezoelectricidad

- 2.3 Origen del ferromagnetismo: interacción de intercambio
- 2.4 Propagación de la luz en un material: Relación con la estructura electrónica y vibracional
- 2.5 Explicación microscópica de la absorción, refracción, reflexión, dispersión y emisión de la luz
- 2.6 Rayos X
- 3. Fenómenos de superficie
 - 3.1 Química de interfaces: físico-química de superficies sólidas
 - 3.2 Fenómenos de adsorción
 - 3.3 Adsorción de gases: fenomenología e isothermas de adsorción
 - 3.4 Superficie específica
 - 3.5 Porosidad
 - 3.6 Métodos volumétricos y gravimétrico
 - 3.7 Catálisis heterogénea: Fenomenología. Centros activos
 - 3.8 Selectividad
 - 3.9 Catalizadores soportados
 - 3.10 Catalizadores de porosidad controlada
 - 3.11 Catálisis y química fina
 - 3.12 Fundamentos de la corrosión: importancia económica de la corrosión
 - 3.13 Oxidación directa (corrosión química) y corrosión electroquímica
 - 3.14 Formas y tipos de corrosión
 - 3.15 Aspectos electroquímicos: termodinámica.
 - 3.16 Aspectos cinéticos
 - 3.17 Técnicas de estudio de la corrosión: técnicas electroquímicas
 - 3.18 Otros ensayos de evaluación de la corrosión
- 4. Métodos de protección contra la corrosión: protección anódica.
 - 4.1 Protección catódica
 - 4.2 Inhibidores de la corrosión
 - 4.3 Recubrimientos protectores

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 56% mínimo en la evaluación departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final del 70%, para aprobar el curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Solid State Physics	Kittel, Ch. X. N.	J. Wiley	1999
2	Libro	Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales	Smith, W. F.	Mc Graw Hill	1998
3	Libro	Ciencia de Materiales para Ingenieros	Shackelford J. F.	Prentice Hall	1992
4	Libro	Introduction to Ceramics	Kingery, W. D., Bowen, H. K., Uhlmann, D. R.	J. Wiley	1976
5	Libro	Structure of Metals	Barret, C. S., Massalski, T. B	Pergamon	1980
6	Libro	The Theory of Transformations in Metals and Alloys	Christian, J. W.	Pergamon	1975
7	Libro	Physical Metallurgy	Cahn, R. W., Haasen, P.	Cambridge Univ. Press	1986



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

MICROSCOPIA ELECTRONICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2918	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno aplicará los principios de funcionamiento y operación de los microscopios electrónicos de barrido y transmisión. Empleará también las diferentes técnicas de caracterización asociadas con la microscopía electrónica y la información correspondiente derivada de las mismas. Además, aplicará los conocimientos básicos para comprender los procesos de interacción entre el haz de electrones y el material de la muestra. Integrado esto último con el efecto de los componentes del microscopio explicará el proceso de formación de imágenes y los factores que lo afectan. Finalmente, diferenciará los métodos de calibración y preparación de muestras. En conclusión, será capaz de aplicar la microscopía electrónica en problemas específicos relacionados con la Ciencia de Materiales.

Temas y subtemas

Unidad I. Conceptos básicos.

1. Introducción a la microscopía electrónica
2. Interacción electrón-muestra
3. Dispersión elástica
4. Dispersión inelástica
5. Constitución de un microscopio electrónico
6. Microscopio electrónico de barrido (MEB)
7. Microscopio electrónico de transmisión (MET)
8. Funcionamiento de un microscopio electrónico
9. Principio de funcionamiento de un MEB
10. Funcionamiento de un MET y modos de operación.
11. Preparación de muestras

Unidad II. Difracción de electrones.

1. Difracción de electrones y el espacio recíproco
2. Dispersión y difracción
3. Intensidad de los haces difractados
4. Introducción a la teoría de difracción de electrones
5. Teoría cinemática
6. Teoría dinámica
7. Difracción por cristales perfectos y pequeños volúmenes
8. Indexación de los patrones de difracción de electrones

Unidad III. Introducción a la teoría del contraste.

1. Contraste en TEM
2. Tipos de contraste (Z, difracción y masa-espesor)
3. Imágenes de campo claro y campo oscuro

4. Contraste por espesor y flexión
5. Defectos planares y lineales(dislocaciones)
6. Imágenes en un MEB
7. Electrones secundarios
8. Contraste topográfico
9. Electrones retrodispersados
10. Contraste topográfico y composicional

Unidad IV. Técnicas analíticas en la microscopia electrónica.

1. Espectroscopia de rayos X por discriminación de energía (EDS)
2. Análisis cualitativo y cuantitativo
3. Resolución espacial y detectabilidad
4. Espectroscopia por pérdida de energía de electrones (EELS)
5. Composición elemental
6. Distribución radial de vecinos cercanos
7. Medidas de espesores

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Materials Science and Technology, Vol. 2A, Characterization of Materials Part. I	Various	VCH Publisher Inc.	1992
2	Libro	Scanning and Transmission Electron Microscopy an Introduction	Stanley L. Flagler, John W. Heckman, Jr. and Karen L. Compare	W.H. Freeman and Company	1993
3	Libro	Transmission Electron Microscopy	David B. Williams and C. Barry Carter Geoffrey W. Rowe	Ediciones Armo	1972
4	Libro	Microscopia Electrónica	M. José-Y acaman y J. Reyes-Gusga	Fondo de Cultura Económica	1995
5	Libro	Transmission Electron Microscopy,	L. Reírme	Springer-Verlag	1997
6	Libro	Fundamentals of Crystallography	Carmelo Giocovazzo	International Union of Crystallography-Oxford University Press	1992
7	Libro	X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials	Harold P. Klug & Leroy E. Alexander	Wiley	1974
8	Libro	The Rietveld Method	Robert A. Young	International Union of Crystallography-Oxford University Press	1993
9	Libro	Porosity in carbons: Characterization and applications	Patrick JW	Great Britain: Halsted Press	1995
10	Libro	Adsorption, Surface Area and Porosity	Gregg S.J, Sing KSW	Academic Press Lond	1997



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

CERAMICA AVANZADA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2920	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Aplicará los conocimientos básicos sobre los distintos tipos de materiales cerámicos estructurales para ingeniería y como se relacionan su estructura y propiedades tanto con el comportamiento durante el procesado como con el comportamiento durante el servicio.

Temas y subtemas

Unidad I. Antecedentes.

1. Introducción
2. Naturaleza
3. Definición
4. Generalidades

Unidad II. Materia prima.

1. Introducción
2. Generalidades
3. Métodos de producción de polvos
4. Métodos mecánicos
5. Métodos químicos

Unidad III. Fabricación.

1. Introducción
2. Generalidades
3. Métodos de fabricación
4. Prensado uniaxial
5. Prensado isostático en frío
6. Colada en Molde (“Slip Casting”)
7. Colada centrífuga
8. Colada para cintas (“Tape Casting”)
9. Deposición en Fase Vapor
10. Gel Casting
11. Procesamiento por Sol-Gel
12. Colada en molde soluble
13. Moldeo por inyección
14. Sinterización
15. Termodinámica
16. Sinterización en estado sólido
17. Etapa inicial de sinterización
18. Etapa intermedia de sinterización
19. Etapa final de sinterización
20. Sinterización en estado líquido
21. Etapa 1. Reordenamiento
22. Etapa 2. Solución-Reprecipitación

23. Etapa 3. Sinterización en estado sólido y engrosamiento microestructural
24. Sinterización por flujo viscoso
25. Sinterización asistida
26. Prensado en caliente
27. Prensado isostático en caliente
28. Sinterización por microondas
29. Sinterización por plasma
30. Maquinado
31. Empalme (unión) de cerámicos

Unidad IV. Propiedades.

1. Introducción
2. Propiedades físicas
3. Propiedades térmicas
4. Propiedades eléctricas
5. Propiedades magnéticas
6. Propiedades ópticas
7. Propiedades mecánicas
8. Elasticidad
9. Resistencia
10. Resistencia a la tracción
11. Resistencia a la compresión
12. Resistencia a la flexión
13. Compresión diametral
14. Estadística de Weibull
15. Tenacidad a la fractura
16. Propiedades biológicas
17. Efectos en las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos
18. Deformación dependiente del tiempo (Creep)
19. Fatiga estática
20. Crecimiento subcrítico de grieta (SCG)
21. Impacto
22. Efecto de la temperatura en la tenacidad a la fractura
23. Desgaste y oxidación
24. Desgaste
25. Evaluación no destructiva
26. Técnicas por ultrasonido
27. Técnicas radiográficas
28. Técnicas de tomografía computada de rayos-x
29. Técnicas de emisión acústica
30. Inspección por líquido penetrante
31. Preparación de la superficie
32. Aplicación del penetrante
33. Tiempo de permanencia del penetrante
34. Remoción del exceso de penetrante
35. Aplicación del agente revelador

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Revista	Engineering Materials 2: An Introduction to a Microstructures, Processing and Design, Volumen 39	Ashby, M.F., y Jones, R.H.	International Series on Materials Science and Technology	1987
2	Libro	Investigación y Ciencia	Bowen, K.	Scientific American	1986
3	Libro	Mechanical Behaviour of Ceramics	Cahn, R.W., Thompson	M.W. y Ward, I.M	1980
4	Libro	Introduction to a Ceramics	Kingery, W.D.	Ed. por W.D. Kingery	1975
5	Libro	Treatise on Materials Science and Technology	Franklin F. Y. Wang	IMCST	1976

6	Libro	Zirconia Engineering Ceramics	Erich Kisi	Tech. Publications Ltd.	1998
7	Libro	Modern Ceramic Engineering	Richerson, D.W.	Marcel Dekker	1992



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

TRATAMIENTO TERMICO DE LOS MATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2921	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno analizará teórica y prácticamente la forma de tratar térmicamente los materiales metálicos para acondicionarlos para procesos de manufactura posteriores o para mejorar las propiedades mecánicas.

Temas y subtemas

Unidad I. Fundamentos.

1. Introducción
2. Fundamentos de los tratamientos térmicos
3. Efectos de los elementos de aleación
4. Aceros y fundiciones

Unidad II. El diagrama de equilibrio fe- fe₃- c.

1. Clasificación de los aceros
2. Líneas de temperatura crítica
3. Tratamientos térmicos

Unidad III. Templabilidad de los aceros.

1. Templabilidad
2. Determinación de la temperatura de temple y de la dureza máxima
3. Ensayo de la templabilidad de los aceros para temple y revenido
4. Ensayos de templabilidad de los aceros de cementación

Unidad IV. Normalización y recocido de los aceros.

1. Austenización
2. Normalización de los aceros
3. Recocido de los aceros

Unidad V. Temple y revenido.

1. Mecanismos del temple
2. Curvas de enfriamiento
3. Determinación del tiempo de permanencia
4. Velocidades de enfriamiento
5. Medios de temple
6. Características de enfriamiento de un medio de temple ideal.
7. Condiciones óptimas de trabajo de los baños de aceite
8. Temple interrumpido
9. Temple bonítico
10. Revenido
11. Efecto de la microestructura inicial
12. Baños de sales
13. Baños de metales fundidos
14. Baños de aceite
15. Revenido apropiado
16. Fragilizarían por revenido
17. Revenidos múltiples
18. Tratamientos subceros

Unidad VI. Tratamiento termoquímicos.

1. Carburación o cementación
2. Nitruración y carbonitruración
3. Elección del procedimiento de endurecimiento superficial

Unidad VII. Tratamientos térmicos especiales.

1. Tratamientos isotérmicos
2. Marten perin
3. Maraging

Unidad VIII. Hornos y baños para el tratamiento térmico.

1. Tipos de hornos
2. Hornos calentados por gas y por aceite
3. Hornos eléctricos
4. Hornos para nitruración y cementación en gas
5. Hornos de atmósfera controlada
6. Hornos de baños de sales
7. Hornos continuos de recocido, temple y revenido
8. Baño de aceite
9. Sales para los baños

Unidad IX. Tratamiento térmico de fundiciones ferrosas.

1. Acero moldeado
2. Recocido
3. Temple y revenido
4. Fundición gris
5. Recocido
6. Temple y revenido
7. Fundición nodular
8. Recocido
9. Temple y revenido
10. Fundición maleable
11. Recocido de maleabilización de la fundición de núcleo negro
12. Recocido de maleabilización de la fundición de núcleo blanco

Unidad X. Tratamiento térmico de las aleaciones no ferrosas.

1. Influencia de los elementos aleantes
2. Si, fe, cu, mn, mg, zn, y sr en aleaciones de aluminio
3. Al, cu, mg en aleaciones zn-all
4. Zn, al, p, be, ni en aleaciones de cobre
5. Al, mn, zn, si y tierras raras en aleaciones de magnesio
6. Diagramas de equilibrio de aleaciones no ferrosas
7. Tratamiento térmico de las aleaciones de aluminio
8. Tratamiento térmico de las aleaciones zn- al
9. Tratamiento térmico de las aleaciones de cobre
10. Tratamiento térmico de las aleaciones de magnesio

Unidad XI. Defectos de los tratamientos térmicos.

1. Defectos en aleaciones ferrosas
2. Defectos en la cementación
3. Defectos en los baños de sales
4. Defectos en el recocido y en el temple
5. Defectos en aleaciones no ferrosas

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITUL	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Temple Del Acero	K. Wanke Y K. Schramm	Aguilar	1972
2	Libro	Tratamientos Térmicos de Aceros y sus Prácticas de Laboratorio	D. M. K. De Grinberé	Limusa Noriega Editores	1989
3	Libro	Curso de Tratamientos Térmicos de los Aceros	Dr. Josef. Wojcik, Ing. Luis Fernando Freybe; Ing. Teresita Santoyo	Instituto Tecnológico De Morelia	1985
4	Libro	Magnesium Product Design	Robert S. Busk	Marcel Dekker, Inc	1987
5	Libro	Zinc Hadbook, Properties Processing and Use in Design	Frank Porter	Marcel Dekker	1991
6	Libro	Tecnología de los Tratamientos Térmicos de Metales y Aleaciones no Ferrosas	B. A. Kolachev, R. M. Gabidullin, Yu. V. Piguzon	Mir	1999
7	Libro	Metalurgia Especial el Cobre y sus Aleaciones	J. Herenguel	Urmo, S.A.	1998



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MICROESTRUCTURA Y PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2922	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno analizará los conocimientos sobre la respuesta de los materiales a las fuerzas o cargas que actúan sobre estos durante su uso o como una parte estructural de un componente o maquinaria. Y que relacione la respuesta mecánica con la microestructura de los materiales.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción al comportamiento mecánico de los sólidos.

1. Introducción
2. Conceptos básicos
3. Principios
4. Análisis de fuerzas o cargas durante su uso en las diferentes aplicaciones y en diferentes ambientes

Unidad II. Propiedades elásticas, anelásticas y plásticas de los materiales.

1. Propiedades elásticas
2. Propiedades anelásticas
3. Propiedades plásticas
4. Las cargas o fuerzas, constantes y a temperatura ambiente
5. Deformaciones elásticas y plásticas de los materiales

Unidad III. Relaciones entre esfuerzos, deformación, velocidad de deformación y temperatura para los sólidos deformables plásticamente.

1. Esfuerzos
2. Deformación
3. Velocidad de deformación y temperatura

Unidad IV. Mecanismos de reforzamiento.

1. Los mecanismos de reforzamiento de los materiales y las relaciones de la microestructura con las propiedades mecánicas de los mismo
2. Mecanismos en la explicación de falla y reforzamiento de los materiales
3. Diseño de nuevos materiales

Unidad V. Teoría de dislocaciones como mecanismo de reforzamiento de sólidos cristalinos.

1. Geometría y relaciones matemáticas que describen el comportamiento de las dislocaciones
2. Las dislocaciones son los responsables de la deformación plástica de los metales
3. Mecanismo que aumenta la resistencia de los materiales

Unidad VI. Termofluencia, fractura y fatiga y los mecanismos que la controlan.

1. Comportamiento de los materiales cuando son sometidos a cargas y temperaturas
2. Mecanismos que intervienen en la fatiga y fractura de los materiales

Unidad VII. Ensayos mecánicos de laboratorio.

1. Ensayo de tensión y compresión
2. Ensayo de torsión
3. Ensayo de dureza y microdureza
4. Ensayo de impacto
5. Ensayo de desgaste

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Mechanical Metallurgy	George E. Dieter	McGraw-Hill Book Company	1999
2	Libro	Workability Testing Techniques	George E. Dieter	American Society for Metals	1984
3	Libro	Mechanical Behaviour of Materials Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue	Norman E. Dowling	Prentice Hall	1993
4	Libro	Strength and Fracture of Engineering Solids	D.K. Felbeck and Anthony G. Atkins	Prentice Hall	1996



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

POLIMEROS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2923	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno reconocerá los diferentes tipos de polímeros, tanto sintéticos como naturales, y las propiedades de estos materiales como función de su origen y de su estructura molecular.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a la química macromolecular.

1. Clasificación de los polímeros por su origen
2. Los monómeros
3. Clasificación de los polímeros por su mecanismo de síntesis
4. Peso molecular

Unidad II. Síntesis de macromoléculas.

1. Polimerización por pasos
2. Polimerización en cadena
3. Copolímeros

Unidad III. Técnicas de polimerización.

1. Polimerización en masa
2. Polimerización en solución
3. Polimerización en suspensión
4. Polimerización en emulsión

Unidad IV. Técnicas para el procesamiento de los polímeros.

1. Extrusión
2. Inyección

Unidad V. Biopolímeros.

1. Introducción
2. Aminoácidos
3. Polipéptidos
4. Proteínas
5. Ácidos nucleicos

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL
1	Libro	Principles of Polymerization	George Odian	Wiley-Interscience Publications
2	Libro	Textbook of Polymer Science	Fred W. Billmeyer	John Wiley & Sons, Inc.
3	Libro	Introduction to Macromolecular Science	Petr Munk	John Wiley & Sons, Inc.
4	Libro	Principles of Polymer Chemistry	Flory, P.J.	Cornell University Press
5	Libro	Thermoreversible Gelation of Polymers and Biopolymers	Jean-Michel Guenet	Academic Press Limited
6	Libro	Plastics Processing Technology	Edward A. Muccio	ASM International
7	Libro	Polymer Processing: Principles and Modeling	Agassant, Avenas, Sergent and Carreau	Carl Verlag
8	Libro	Injection Moulding Handbook	Donald V. Sosato and Dominick V. Sosato	Ed., Chapman & Hall



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

PROCESAMIENTO DE POLIMEROS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2924	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno aplicará los conceptos generales del procesamiento de polímeros considerando tanto su estructura y propiedades como la tecnología disponible para procesarlos.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción sobre la estructura y propiedades de los polímeros.

1. Naturaleza de los polímeros y plásticos: estructura química y aditivos
2. Morfología y estructura de los polímeros: estructura química, transición vítrea y cambios de fase, cristalografía, orientación molecular, efectos de la temperatura, presión y tasa de corte sobre la estructura y la orientación molecular
3. Propiedades superficiales: tensión superficial, adhesión, tribología, triboelectricidad
4. Fundamentos de ingeniería
5. Fenómenos de transporte: ecuaciones de balance, modelado de procesos, ecuación de Reynolds, propiedades termodinámicas de los polímeros y aproximaciones comunes
6. Reología: ecuaciones constitutivas, flujo no-newtoniano, comportamiento visco elástico, flujo elongacional

Unidad II. Etapas elementales del procesamiento de polímeros

1. Preparación de la materia prima
2. Manipulación de partículas y polvos: aglomeración, esfuerzos y deformación, distribución de la presión en toveras y conductos, compactación, flujo y drenado en conductos
3. Conceptos básicos, composición, densidad promedio, uniformidad, textura, segregación, fluctuaciones con el tiempo, y tiempos de residencia
4. Fluidificación y presurización
5. Fluidificación: métodos, conducción del calor, fluidificación y transporte de la materia en un tornillo de Arquímedes
6. Presurización: métodos, bombeo en base a un tornillo de Arquímedes, calandras y rodadores, presurización por pultrusión
7. Modernas técnicas: procesamiento usando un doble tornillo, bombas de engranes para homogeneizar la presión, y colada caliente
8. Modelado
9. Polyflow
10. Cad mold

Unidad III. Conformado.

1. Extrusión
2. Flujo capilar: efectos viscoelásticos, hinchamiento, fabricación de fibras, fabricación de tubos capilares
3. Extrusión de filmes y soplado
4. Extrusión de tubos y perfiles
5. Inyección
6. Moldes: líneas de partición, puntos de inyección, eyectores, ángulos de salida, pulido.

7. Retracción y líneas de soldadura
8. inyección de compuestos con fibras
9. Conformación secundaria
10. Calandreo
11. Termo formado
12. Cortes

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Plastic part Design for Injection Molding	Malloy R.	Hanser Publishers	1994
2	Libro	Principles of Polymer Procesing	Tadmor Z. and Gogos	Wiley-International Publications	1979
3	Libro	Principles of Polymer Chemistry	Flory, P.J.	John Wiley & Sons, Inc.	1989



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

CARACTERIZACION DE CATALIZADORES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2925	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno será capaz de comprender las características físicas y químicas de los catalizadores y seleccionar de entre las técnicas existentes para caracterización de materiales aquellas que resuelvan los problemas específicos de catalizadores.

Temas y subtemas

Unidad I. Características básicas de un catalizador.

1. Definición de catalizador
2. Tipos de catalizadores
3. Aplicación de catalizadores
4. Propiedades de los catalizadores
5. Introducción a las técnicas de caracterización

Unidad II. Técnicas más comunes en la caracterización de catalizadores.

1. Técnicas químicas
2. Técnicas físico-químicas
3. Técnicas espectroscópicas

Unidad III. Determinación de área superficial y estructura porosa.

1. Adsorción
2. Isotermas de adsorción
3. Método BET
4. Intrusión de mercurio
5. Otros métodos de adsorción

Unidad IV. Métodos de temperatura programada.

1. Análisis térmico
2. Análisis termogravimétrico
3. TPR, TPO, TPD
4. Calorimetría diferencial de barrido

Unidad V. Determinación de las características globales.

1. Espectroscopia de absorción atómica
2. Espectroscopia de fluorescencia de rayos-x
3. Difracción de rayos-x

Unidad VI. Determinación de las características superficiales y su composición.

1. Espectroscopia foto-electrónica de rayos-x

2. Microscopia electrónica de barrido
3. Microscopia electrónica de transmisión
4. Espectroscopia electrónica Auger
5. Espectroscopia infrarroja
6. Espectroscopia ultravioleta
7. Espectroscopia Raman

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Principles of Catalysts development	James T. Richardson	Ed. Plenum Press	1993
2	Libro	Eterogeneous Catalysis in Industrial Practice	Satterfield, C.N	Mc. Graw Hill	1991
3	Libro	Heterogeneous Catalysis Principles and Aplications	Bond G.C,	Oxford Science	1990
4	Libro	Characterization de Heterogeneous Catalysis	Francis Delanny	Editorial Marcel	1984
5	Libro	Adsorption Surface Area and Porosity	Gregg, S. J., Sing	Academic	1967
6	Libro	Experimental Methods in Catalytic Research	Anderson, R.B.	Academic	1968
7	Libro	Advances in Catalysis	Eley, D.D. Weisz	Academic	1992
8	Libro	Characterization of Catalytic Materials	Butterworth-	Wechs, I.E	1992
9	Libro	Surface Chemistry and Catalysis	Gabor A. Somorja	Wiley	1994



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FISICOQUIMICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2927	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno analizará las características fisicoquímicas de los materiales, el comportamiento de los sistemas, sus alrededores y como son afectados.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a la termodinámica.

1. Las Leyes de la Termodinámica
2. Termodinámica clásica
3. Las Leyes de la Termodinámica dando respuesta del equilibrio químico a los cambios en la temperatura, presión y composición.

Unidad II. Primera Ley de la termodinámica.

1. Capacidad calorífica
2. Expansión Joule-Thomson
3. Sistemas isotérmicos y adiabáticos
4. Procesos reversibles e irreversibles

Unidad III. Termoquímica.

1. Calor de reacción
2. Dependencia de la temperatura en la entalpía de reacción
3. Calor y cambios físicos

Unidad IV. La segunda y tercera ley de la termodinámica.

1. Energía calorífica
2. Ciclo de Carnot
3. Entropía
4. Tercera ley de la termodinámica

Unidad V. Trabajo, Energía y equilibrio químico.

1. Trabajo máximo
2. Energía libre
3. Relaciones termodinámicas
4. Funciones termodinámicas y sus manipulaciones matemáticas

Unidad VI. Constantes de equilibrio en reacciones.

1. Constantes de equilibrio en un gas ideal

- Propiedades termodinámicas de Van Der Waals
- Fugacidad
- Constante de equilibrio de un gas real

Unidad VII. Equilibrio de fases.

- Estabilidad de fases
- La regla de las fases
- Sistemas de un componente
- Sistemas de dos componentes
- Sistemas de tres componentes
- Diagrama de fases, Ecuación de Clapeyron

Unidad VIII. Propiedades Coligativas de una solución ideal.

- Soluciones
- Ley de Raoult: solución ideal
- Cantidades parciales molares
- Mezcla de soluciones ideales
- Solución diluida y Ecuación de Henry
- Actividades
- Presión osmótica
- Disminución del punto de congelación-elevación del punto de ebullición

Unidad IX. Mecanismo de Reacción.

- Mecanismo de reacción
- Reacciones opuestas y constantes de equilibrio
- Reacciones consecutivas y paralelas
- Reacciones complejas

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Chemical Thermodynamics	Perer A. Rock	Oxford Science Publications	1989
2	Libro	Fisicoquímica	Walter J. Moore	Harla.	1986
3	Libro	Fisicoquímica	Atkins	Harla	2000
4	Libro	Fisicoquímica	Ita N. Levine	Marcel Dekker	1995
5	Libro	Fisicoquímica	Clyde R. Metz	Willey And Sons	1999
5	Libro	Fisicoquímica	Castellas	FEL, S.A.	1998



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FUNDAMENTOS DE QUIMICA ORGANICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2928	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno será capaz proponer materiales de inicio para desarrollar la síntesis de compuestos orgánicos básicos. Entenderá el mecanismo de las reacciones químicas y la estereoquímica de estos materiales.

Temas y subtemas

Unidad I. Estructura y enlace.

1. Estructura atómica
2. Estructura atómica: orbitales
3. Estructura atómica: configuración electrónica
4. Desarrollo de la teoría del enlace químico
5. Enlace covalente
6. Teoría de enlace de valencia y teoría de orbitales moleculares
7. Hibridación SP^3 orbitales y la estructura del metano
8. La Estructura del etano
9. Hibridación SP^2 orbitales y la estructura del etileno
10. Hibridación SP orbitales y la estructura del acetileno
11. Hibridación de otros átomos, nitrógeno y oxígeno

Unidad II. Enlace polar.

1. Enlace covalente polar y electronegatividad
2. Enlace covalente polar y momento bipolar
3. Carga formal
4. Resonancia
5. Reglas para las formas resonantes
6. Ácidos y Bases: la definición de Brønsted-Lowry
7. Ácidos y bases fuertes
8. Reacciones ácido-base a partir de valores de PK_a
9. Ácidos orgánicos y bases orgánicas
10. Ácidos y bases: definición de Lewis

Unidad III. Compuestos orgánicos: alcanos y cicloalcanos.

1. Grupos funcionales
2. Alcanos y sus isómeros
3. Grupos alquilo
4. Nomenclatura de los alcanos
5. Propiedades de los alcanos
6. Cicloalcanos

7. Nomenclatura de los cicloalcanos
8. Isomería Cis-Trans en cicloalcanos

Unidad IV. Estereoquímica de alcanos y cicloalcanos.

1. Conformaciones del etano
2. Conformaciones del propano
3. Conformaciones del butano
4. Conformación y estabilidad de cicloalcanos
5. Calores de combustión de cicloalcanos
6. The Nature of Ring Strain
7. Ciclopropano: una vista de los orbitales
8. Conformación del ciclobutano y ciclohexano
9. Conformación del ciclohexano
10. Enlace Axial y ecuatorial en el ciclohexano
11. Conformaciones de ciclohexanos monosustituidos
12. Ciclohexano en conformación bote

Unidad V. Vista general de reacciones orgánicas.

1. Tipos de reacciones orgánicas
2. Mecanismo de las reacciones orgánicas
3. Reacciones por radicales
4. Reacciones polares
5. Un ejemplo de reacciones polares: adición de HBr a etileno
6. Mecanismo con flechas de las reacciones polares
7. Describiendo una reacción: equilibrio, velocidad y cambio de energía
8. Energía de disociación de enlace
9. Diagramas de energía y estados de transición
10. Intermediarios

Unidad VI. Alquenos: estructura y reactividad.

1. Preparación industrial y uso de alquenos
2. Cálculo del grado de insaturación de las moléculas
3. Nomenclatura de alquenos
4. Estructura electrónica de alquenos
5. Isomería de alquenos Cis-Trans
6. Designación *E*, *Z*
7. Estabilidad de Alquenos
8. Adición electrofílica HX a alquenos
9. Regla de Markovnikov
10. Estructura de carbocatión y estabilidad
11. El Postulado de Hammond
12. Evidencia del mecanismo de la adición electrofílica: rearrreglo de carbocatión

Unidad VII. Alquenos: reacciones y síntesis.

1. Preparación de alquenos: reacciones de eliminación
2. Adición de halógenos a alquenos
3. Formación de halohidrina
4. Adición de agua a alquenos: oximercuración
5. Adición de agua a alquenos: hidrobromación
6. Adición de carbenos a alquenos: síntesis de ciclopropano
7. Reducción de Alquenos: hidrogenación
8. Oxidación de Alquenos: hidroxilación y rompimiento

Unidad VIII. Alquinos: una introducción a la síntesis orgánica.

1. Estructura electrónica de los alquinos
2. Nomenclatura de los alquinos
3. Preparación de alquinos: reacciones de eliminación
4. Reacciones de alquinos: adición de HX y X₂
5. Hidratación de alquinos
6. Reducción de alquinos
7. Oxidación de alquinos
8. Acidez de Alquinos: formación de ion acetiluro
9. Alquilación de aniones acetiluros

Unidad IX. Estereoquímica.

1. Enantiómeros y carbono tetrahedral
2. Quiralidad

Unidad X. Actividad Óptica

1. Rotación específica
2. Enantiómeros descubiertos por Pasteurs
3. Reglas para determinar la configuración
4. Diastereómeros
5. Compuestos meso. Moléculas con más de dos centros quirales
6. Mezcla racémica y su resolución
7. Propiedades físicas de estereoisómeros
8. Proyecciones de Fischer
9. Configuración R,S a las proyecciones de Fischer
10. Estereoquímica de reacciones
11. Adición de HBr a alquenos
12. Adición de Br₂ a alquenos
13. Adición de HBr a alquenos quirales

Unidad XI. Haluros de alquilo.

1. Nomenclatura de haluros de alquilo
2. Estructura de haluros de alquilo
3. Preparación de haluros de alquilo
4. Radical halogenación de alcanos
5. Bromación alílica de alquenos
6. Estabilidad de radical alílico
7. Preparación de haluros de alquilo a partir de alcoholes
8. Reacciones de haluro de alquilo: reactivo de Grignard

Unidad XII. Reacciones de haluros de alquilo: sustitución nucleofílica y eliminación.

1. Estereoquímica y sustitución nucleofílica
2. Cinética de la sustitución nucleofílica
3. Reacción S_N2
4. Características de la reacción S_N2
5. Reacción S_N1
6. Cinética de la reacción S_N1
7. Estereoquímica de la reacción S_N1
8. Características de la reacción S_N1
9. Reacción de E2
10. Reacciones de eliminación y conformación del ciclohexano
11. Reacción E1
12. Resumen de las reacciones: S_N1, S_N2, E1, E2

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Química Orgánica	John McMurry	Brooks/Cole	2000
2	Libro	Química Orgánica	Alan S. Wingrove	Harla	1996
3	Libro	Química Orgánica	Menger, Goldsmith, Mandell	FEI, S.A.	1994
4	Libro	Organic Chemistry	Raj K. Basal	Jones and Bartleit Publishers	1999
5	Libro	Química Orgánica	Morrison R.T. and Boyd	Iberoamericana	1998
6	Libro	Advanced Organic Chemistry	March, J.	Wiley	1978
7	Libro	Química Orgánica	Alan S. Wingrove and Caret	Harla	1995
8	Libro		A. Streitweiser, C.H. Heathcock	Mc. GrawHill	1994



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

QUIMICA ORGANICA AVANZADA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2929	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno adquirirá la capacidad para identificar y proponer materiales, así como condiciones de laboratorio para desarrollar el mecanismo de síntesis de compuestos orgánicos, será capaz de identificar compuestos orgánicos con el uso de las técnicas espectroscópicas de UV, IR, RMN.

Temas y subtemas

Unidad I. Benceno y aromaticidad.

1. Fuentes de hidrocarburos aromáticos
2. Nomenclatura de compuestos orgánicos
3. Estructura y estabilidad del benceno
4. Descripción de los OM del benceno
5. Aromaticidad y la regla de Hückel $4n+2$
6. Piridina y Pirrol: dos heterocíclicos aromáticos
7. Naftaleno: un aromático poli-cíclico

Unidad II. Química del benceno: sustitución aromática electrofílica.

1. Bromación de anillos aromáticos
2. Sustitución de otros anillos
3. Alquilación de anillos aromáticos: reacción de Friedel-Crafts
4. Acilación de anillos aromáticos
5. Efecto del sustituyente en anillos aromáticos.
6. Bencenos trisustituídos
7. Sustitución aromática nucleofílica
8. Oxidación de compuestos aromáticos
9. Reducción de compuestos aromáticos
10. Síntesis de bencenos trisustituídos

Unidad III. Alcoholes y Fenoles.

1. Nomenclatura de alcoholes y fenoles
2. Preparación de alcoholes y fenoles: enlace de hidrógeno
3. Preparación de alcoholes y fenoles: acidez y basicidad
4. Preparación de alcoholes
5. Preparación de alcoholes por reducción de compuestos carboxílicos con reactivos de Grignard
6. Oxidación de alcoholes
7. Protección de alcoholes
8. Preparación y uso de fenoles
9. Reacciones de fenoles
10. Reacciones de fenoles

Unidad IV. Éteres y epóxidos: tioles y sulfuros.

1. Nomenclatura de éteres
2. Estructura, propiedades y fuente de los éteres
3. Síntesis de éteres: Williamson
4. Alcoximercuración de alquenos⁵. Reacciones de éteres: reacción ácida
6. Reacciones de éteres: rearrreglo de Claisen
7. Éteres Cíclicos: epóxidos
8. Rompimiento de anillo: reacción de epóxidos
9. Éteres corona
10. Tioles y sulfuros

Unidad V. Aldehídos y Cetonas: reacciones de adición nucleofílica.

1. Nomenclatura de aldehídos y cetonas
2. Preparación de aldehídos y cetonas
3. Oxidación de aldehídos y cetonas
4. Reacciones de adición nucleofílica de aldehídos y cetonas
5. Reactividad de aldehídos y cetonas
6. Adición Nucleofílica de H₂O: hidratación
7. Adición Nucleofílica de HCN: formación de cianohidrina
8. Adición Nucleofílica de reactivo de Grignard y de hidruros
9. Adición nucleofílica de aminas
10. Adición nucleofílica de hidrazina: reacción de Wolff-Kishner
11. Adición nucleofílica de alcoholes: formación de acetal
12. Adición nucleofílica de iluros de fósforo: reacción de Wittig
13. Reacción de Canizzaro
14. Adición nucleofílica a aldehídos y cetonas α,β -insaturados

Unidad VI. Ácidos Carboxílicos.

1. Nomenclatura de ácidos carboxílicos
2. Propiedades físicas y estructurales de ácidos carboxílicos
3. Disociación de ácidos carboxílicos
4. Efecto del sustituyente en la acidez
5. Efecto del sustituyente en el ácido benzoico
6. Preparación de ácidos carboxílicos
7. Reacciones de ácidos carboxílicos
8. Reducción de ácidos carboxílicos

Unidad VII. Reacciones de Carbonilo Alfa-Substitución.

1. Tautomerismo ceto-enol
2. Enoles: Mecanismo de reacciones alfa-substitución
3. Alfa Halogenación de aldehídos y cetonas
4. Alfa Brominación de ácidos carboxílicos
5. Acidez de hidrógenos alfa: formación de ion enolato
6. Reactividad de iones enolatos
7. Halogenación de iones enolatos: reacción de Haloformo
8. Alquilación de iones enolato

Unidad VIII. Reacciones de condensación de carbonilo.

1. Mecanismo de reacciones de condensación
2. Condensación de aldehídos y cetonas: reacción aldol
3. Reacciones de condensación al carbonilo vs. alfa-substitución
4. Deshidratación de productos aldol
5. Usando reacciones aldol en síntesis
6. Mezclas de reacciones aldol
7. Reacciones aldol intramolecular
8. Reacciones de condensación de Claisen
9. Mezcla de condensación aldol
10. Condensación de Claisen: ciclización de Dieckman
11. Reacción de Michael
12. Reacción de Robinson

Unidad IX. Aminas.

1. Nomenclatura
2. Estructura y enlace de las aminas
3. Propiedades y Fuentes de las aminas
4. Basicidad de aminas
5. Síntesis de aminas
6. Reacciones de aminas

7. Sales de tetraalquilaminas

Unidad X. Determinación de la estructura: espectrometría de masas y espectroscopia de infrarrojo.

1. Espectrometría de masas
2. Interpretación de espectros de masas
3. Patrones de fragmentación
4. Espectroscopia y espectro electromagnético
5. Espectroscopia infrarroja de moléculas orgánicas
6. Interpretación del espectro infrarrojo
7. Hidrocarburos
8. De algunos grupos funcionales

Unidad XI. Determinación de la estructura: espectroscopia de resonancia magnética nuclear.

1. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear
2. Absorción RMN
3. Corrimiento químico
4. Espectroscopia de ^1H RMN
5. Corrimiento químico en ^1H RMN
6. Integración de absorciones de ^1H RMN
7. Espectroscopia de ^{13}C
8. Características de ^{13}C
9. Usos de la espectroscopia de ^{13}C

Unidad XII. Dienes conjugados y espectroscopia ultravioleta.

1. Preparación de dienos conjugados
2. Estabilidad de dienos conjugados
3. Reacción de cicloadición Diels-Alder
4. Espectroscopia ultravioleta
5. Espectro ultravioleta de 1,3-Butadieno
6. Interpretación de los espectros UV
7. Efecto de la conjugación

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Organic Chemistry	John McMurry	Brooks/Cole	1982
2	Libro	Química Orgánica	Alan S. Wingrove	Harla	1993
3	Libro	Química Orgánica	Menger, Goldsmith, Mandell	FEL, S.A.	1997
4	Libro	Organic Chemistry	Raj K. Basal	Jones and Bartleit Publishers	1999
5	Libro	Química Orgánica	Morrison R.T. and Boyd	5ta.Edición. Iberoamericana	1985
6	Libro	Advanced Organic Chemistry	March, J.	Wiley	1986
7	Libro	Química Orgánica	Alan S. Wingrove and Caret	Harla	1988
8	Libro	Química Orgánica	A. Streitweiser, C.H. Heathcock	Mc. GrawHill	2000



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

PREPARACION Y CARACTERIZACION DE PELICULAS DELGADAS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave	2930	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno analizará de manera general los diferentes campos de aplicación de las películas delgadas (PD) y los fundamentos de su preparación por métodos físicos y químicos. Además, adquirirá los conocimientos básicos para comprender los procesos de formación, crecimiento y transformaciones de PD preparadas por métodos químicos. Dominará la preparación de PD por métodos físicos y químicos. Aplicará e interpretará las diferentes técnicas de caracterización microestructural. Finalmente medirá algunas propiedades físicas (ópticas, eléctricas, etc.) y evaluará las posibles aplicaciones. En conclusión, será capaz de preparar, caracterizar y aplicar PD en diferentes campos de la Ciencia de Materiales (opto electrónica, fotocatalisis, recubrimientos antibacteriales).

Temas y subtemas

Unidad I. Generalidades sobre películas delgadas.

1. Importancia de las PD y campos de aplicación
2. Métodos de preparación
3. Métodos físicos (sputtering, evaporación, laser pulsado (PLD), descarga plasmática)
4. Métodos químicos (aspersión pirolítica, sol-gel, baño químico, depósito químico en fase vapor (CVD))
5. Formación, crecimiento y transformaciones de PD

Unidad II. Preparación de pd.

1. Sputtering
2. Evaporación al vacío
3. Aspersión pirolítica
4. Depósito de PD en sustratos planos y tubos
5. Sol-gel
6. Baño químico

Unidad III. Caracterización microestructural de pd.

1. Composición (EDS, EELS)
2. Medida del espesor por métodos ópticos
3. Estructura cristalina
4. Difracción de rayos X
5. Refinamiento de estructuras cristalinas por el método de Rietveld
6. Difracción de electrones de área selecta
7. Morfología superficial y de la sección transversal por microscopía electrónica de barrido
8. Microestructura (tamaño de grano y morfología de cristalitas) por microscopía electrónica de transmisión

Unidad IV. Propiedades físicas de Pd.

1. Propiedades ópticas (UV-VIS, IR)
2. Transmitancia y reflectancia espectral
3. Determinación de las constantes ópticas y de la banda prohibida
4. Propiedades eléctricas

5. Resistencia superficial, método de 4 puntas y efecto Hall
6. Determinación del número y movilidad de portadores

Unidad V. Aplicaciones.

1. PD transparentes y conductoras eléctricas
2. Superficies transparentes selectivas
3. PD fotocatalíticas
4. PD antibacteriales

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Physics of Thin Films Vol. 12	G. Hass, M. H. Francombe and J. L. Vossen	Academic Press	1982
2	Libro	Vapor Deposition	C. F. Powell, J. H. Oxley and J. M. Blocher, Jr.	John Wiley & Sons	1967
3	Libro	Handbook of Thin-Film Deposition Processes and Techniques	K. K. Schuegraf	Noyes Publications	1988
4	Libro	Kinetics of Ordering and Growth at Surfaces	M. G. Lagally	Plenum Press	1990
5	Libro	Elements of X-ray Diffraction	B. D. Cullity	Addison-Wesley Publishing	1978
6	Libro	Transmission Electron Microscopy	D. B. Williams and C. B. Carter	Plenum Press	1995
7	Libro	Materials Science and Technology, Vol. 2A y 2B, Characterization of Materials	E. Lifshin, VCH Weinheim	Basel Cambridge	1992
8	Libro	Optical Properties of Solids	F. Abeles	North-Holland Publishing	1972
9	Libro	Física de los Semiconductores	K. V. Shalíмова	Mir	1975



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

ESPECTROSCOPIA DE ELECTRONES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2931	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El estudiante analizará las bases teóricas y experimentales de la espectroscopía de electrones, como una herramienta útil en el estudio y caracterización de los materiales. Determinará la necesidad de utilizar la instrumentación y el arreglo experimental adecuados, dependiendo del tipo de material y de las propiedades a determinar. Será capaz de adquirir y analizar los resultados obtenidos y al final del curso utilizará una de las técnicas aprendidas, en el estudio de una muestra que sea de su interés.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Interacción de electrones con los sólidos
2. Revisión general de técnicas experimentales
3. Métodos analíticos alternos
4. Comparación de las diferentes técnicas
5. Espectroscopía de pérdida de energía de electrones en el microscopio electrónico de transmisión

Unidad II. Teoría.

1. Dispersión elástica
2. Dispersión inelástica
3. Excitación de electrones en las capas externas
4. Dispersión múltiple
5. Fondo espectral debido a los electrones de las capas internas
6. Teoría atómica de la excitación de las capas internas
7. Bordes producidos por las capas internas
8. Estructura fina cerca del borde (ELNES)
9. Estructura fina de pérdidas de energía extendida (EXELFS)

Unidad III. Instrumentación.

1. Sistemas de análisis y selección de energía
2. Óptica del espectrómetro de prisma magnético
3. Uso de lentes previas al espectrómetro
4. Registro en serie y en paralelo del espectro de pérdida de energía

Unidad IV. Adquisición de datos.

1. Uso del espectrómetro
2. Uso de los programas

Unidad V. Análisis cuantitativo de los espectros de pérdidas de energía.

1. Remoción de la dispersión múltiple de la región de bajas energías
2. Análisis de Kramers-Kronig
3. Remoción de la dispersión múltiple de los bordes provenientes de las capas internas
4. Ajuste de la señal de fondo a los bordes de ionización
5. Análisis elemental usando los bordes de las capas interiores
6. Análisis de la estructura fina de pérdida de energía extendida

Unidad VI. Aplicaciones.

1. Medida del espesor de las muestras
2. Espectroscopía de bajas energías
3. Análisis elemental
4. Resolución espacial y límites de detección
5. Información estructural, obtenida con EELS
6. Aplicación a sistemas específicos

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope	R. F. Egerton	Plenum	1996
2	Libro	Transmission Electron Microscopy	D.B. Williams and C. B. Carter	Plenum Press	1995
3	Libro	Transmission Electron Energy Loss Spectrometry in Materials Science	M.M. Disko, C.C. Ahn, B. Fultz	TMS	1992



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

ELECTRO-OPTICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2932	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno manejará los conceptos básicos de la electro-óptica, entendiendo esta como el estudio de los cambios locales en los parámetros ópticos de materiales, el índice de refracción y el coeficiente de absorción, llamados efectos Kerr y Pockels que se inducen por un campo eléctrico aplicado.

El alumno analizará también aquellos conceptos básicos de la óptica no-lineal que en conjunción con la electro-óptica han permitido el desarrollo de nuevos dispositivos ópto-electrónicos utilizados en el procesamiento de señales tanto eléctricas como ópticas portadoras de información recuperable.

Temas y subtemas

Unidad I. Tópicos selectos en la propagación de ondas electromagnéticas.

1. Ecuaciones de Maxwell; Ley de Gauss, Ley de Biot-Savart, Ley de Ampere y Ley de Faraday
2. Ecuación de onda electromagnética en el vacío
3. Solución de la ecuación de onda general; equivalencia entre luz y radiación electromagnética
4. Velocidad de onda, velocidad de fase y velocidad de grupo
5. Solución generalizada de la ecuación de onda
6. Ondas electromagnéticas transversales y luz polarizada
7. Flujo de energía electromagnética

Unidad II. Interacción de radiación electromagnética con la materia.

1. Velocidad de la luz en un medio material
2. Ecuaciones de Maxwell en un medio material
3. Aplicación de las ecuaciones de Maxwell a materiales dieléctricos
4. Índice de refracción complejo, constantes ópticas
5. Reflexión y transmisión de ondas en interfaces planas
6. Absorción y dispersión

Unidad III. Coherencia

1. Coherencia temporal
2. Coherencia espacial

Unidad IV. Propagación de luz en medios anisotrópicos.

1. Birrefringencia y dicroísmo
2. El tensor dieléctrico y sus propiedades generales
3. Elipsoides de índices

4. Propagación de una onda plana en un medio anisotrópico
5. Análisis de la polarización
6. Clasificación óptica de cristales
7. Cristales uniaxiales
8. Cristales biaxiales
9. Refracción en la frontera de un cristal anisotrópico
10. Materiales con actividad óptica
11. Onda planas monocromáticas en materiales con actividad óptica

Unidad V. Conceptos generales de electro-óptica.

1. Coeficientes electro-ópticos
2. Electro-absorción
3. Efecto Pockels
4. Comportamiento de dispersión con la frecuencia
5. Efecto Kerr
6. Estimación de los parámetros que definen los coeficientes de Pockels y los coeficientes de Kerr
7. Propagación de una onda óptica en un medio de Pockels
8. Coeficientes electro-ópticos efectivos
9. Propagación de luz en un medio isotrópico de Kerr
10. Medición de coeficientes electro-ópticos; técnicas polarimétricas (transmisión), técnicas elipsométricas (reflexión), métodos interferométricos

Unidad VI. Electro-óptica y óptica no-lineal.

1. Propagación de ondas no-lineales
2. Polarización no-lineal y efectos ópticos no-lineales
3. Generación de segundo armónico
4. Métodos experimentales para la adaptación de fases
5. Comportamiento dispersivo: dependencia con la frecuencia de la susceptibilidad
6. Propiedades de simetría de las susceptibilidades
7. Coeficientes electro-ópticos y susceptibilidades
8. Cálculos teóricos de susceptibilidades
9. Resonancias, Relación entre respuestas moleculares y de bulto
10. Procesos de segundo orden: mezcla de tres ondas
11. Procesos de tercer orden: mezcla de cuatro ondas

Unidad VII. Materiales inorgánico electro-ópticos.

1. Monocristales dieléctricos y ferroeléctricos
2. Cristales de la familia KDP
3. Óxidos ferroeléctricos: BaTiO₃, LiNbO₃, etcétera
4. Óxidos no-ferroeléctricos: silenitas, cristales de la familia de los boratos
5. Cerámicos Electro-ópticos: PLZT, propiedades dieléctricas, ópticas y electro-ópticas
6. Semiconductores; propiedades ópticas
7. Materiales Kerr: vidrios

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FOTONICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2933	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno manejará los fundamentos básicos de la fotónica, entendiéndolo su origen en el desarrollo simultáneo de la electrónica y la óptica. Analizará la fotónica como el estudio del control del flujo de fotones tanto en el vacío como en un medio material mediante electrones y viceversa. El alumno analizará el resurgimiento de la óptica moderna a partir de los descubrimientos realizados en el área de la óptica no-lineal que han contribuido al desarrollo de nuevos dispositivos ópto- electrónicos utilizados en el procesamiento de señales y en el campo de las comunicaciones ópticas.

Temas y subtemas

Unidad I. Óptica Geométrica.

1. Teoría paraxial
2. Postulados de la óptica geométrica
3. Componentes ópticos simples
4. Óptica de índices con variación espacial
5. Óptica matricial

Unidad II. Óptica Física.

1. Ondas monocromáticas
2. Relación entre la óptica geométrica y la óptica física
3. Componentes ópticos simples
4. Interferencia
5. Luz policromática

Unidad III. Óptica de haces.

1. El haz Gaussiano
2. Transmisión a través de componentes ópticos
3. Haces de Hermite-Gauss
4. Haces de Laguerre-Gauss y haces de Bessel

Unidad IV. Óptica de Fourier.

1. Propagación de luz en el vacío
2. Transformada de Fourier óptica
3. Difracción de luz
4. Formación de imágenes
5. Holografía

Unidad V. Guías de onda ópticas.

1. Guías de onda espejo-planas
2. Guías de onda dieléctrico-planas
3. Guías de onda bidimensionales
4. Acoplamiento óptico en guías de ondas

Unidad VI. Fibras ópticas.

1. Fibras de dos índices de refracción
2. Fibras de índice variable
3. Atenuación y dispersión
4. Acoplamiento óptico en guías de ondas

Unidad VII. Fotones y átomos.

1. Interacción de fotones con átomos
2. Luz térmica
3. Luz luminiscente

Unidad VIII. Láseres.

1. Teoría de la oscilación láser
2. Características de la luz láser
3. Láseres pulsados

Unidad IX. Fotones en Semiconductores.

1. Semiconductores
2. Interacción de fotones con electrones y huecos
3. Diodos
4. Amplificadores láser construidos a partir de semiconductores
5. Detectores de fotones construidos a partir de semiconductores
6. Fotoconductores

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Fundamentals of Photonics	Bahaa E. A. Sameh, Malvin Carl Teich	Wiley	1991
2	Libro	Optics	Miles V. Klein	Wiley	1986
3	Libro	Quantum Electronics	Amnon Yariv	Wiley	1990
4	Libro	Laser fundamentals	William T. Silfvast	U.of	1996
5	Libro	Principles of Nonlinear Optics	Y. R. Shen	Wiley	1984
6	Libro	Handbook of Nonlinear Optical Crystals	V.G. Dmitriev,	Springer	1997



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

CRISTALOGRAFIA Y DIFRACCION

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2935	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno poseerá una visión analítica de las teorías cristalográficas y de difracción, de manera que le propicie el abordaje de cursos más avanzados y especializados en técnicas de difracción de rayos x y microscopia.

Temas y subtemas

Unidad I. Aspectos fundamentales de teoría de grupos.

1. Permutabilidad
2. Conjugados
3. Subgrupos
4. Producto de grupos
5. Grupos isomórficos
6. Notación

Unidad II. Operaciones de simetría.

1. Traducción
2. Reflexión
3. Rotación
4. Inversión

Unidad III. Redes.

1. Primitivas y no-primitivas
2. Índices de miller
3. Relaciones interplanares e interangulares
4. Proyección estereográfica
5. Redes de Wulff

Unidad IV. Principios de la difracción.

1. Ondas
2. Principio de Huygen
3. Difracción de Fresnel
4. Difracción de Fraunhofer
5. Ecuaciones de Laue
6. Red recíproca y esfera de Ewald
7. Grupos de Laue
8. Notación usada en difracción

Unidad V. Estructuras no-cristalinas.

1. Cuasicristales
2. Sólidos incommensurados

3. Grupos espaciales de alta dimensión

Crterios y procedimientos de evaluaci3n y acreditaci3n

Instrumentos de evaluaci3n: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempe1o involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% m3nimo en la evaluaci3n y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliograf3a

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Elementary Crystallography	M. Buerger	Pergamon Press	1995
2	Libro	Introduction To Crystallography	L. Azaroff	Mcgraw Hill	1987
3	Libro	Elements Of X-Ray Diffraction	B. D. Cullity	Addison-Wesley Publishing	1978
4	Libro	X-Ray Diffraction	B. E. Warren	Addison Wesley	1990
5	Libro	X- Ray Diffraction Topography	B. K. Tanner	Pergamon Press	1976
6	Libro	Fundamentals of Crystallography	Giacovazzo	Oxford University	1994
7	Libro	The Fundamentals of X-Ray & Radium Physics	Selman, Joseph	Thomas Charles C. Publisher	1994
8	Libro	Edward And His Dynamical Theory of X-Ray Diffraction	Cruickshank, P.P.	Oxford University	1993
9	Libro	Electron Diffraction Techniques, Vol. 1 and Vol. II	Cowley	University Press	1994



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

PROPIEDADES MAGNETICAS DE LOS MATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2936	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno analizará las propiedades magnéticas de los materiales estableciendo los principios y modelos que le permitan aproximarse en la comprensión de la problemática actual y contribuir en la aplicación de soluciones.

Temas y subtemas

Unidad I. Fundamentos atómicos del magnetismo.

1. El átomo de hidrógeno
2. Átomos con varios electrones
3. El acoplamiento LS
4. Reglas de Hund
5. El momento magnético atómico de los metales de transición y de las tierras raras

Unidad II. Origen de las propiedades magnéticas.

1. Diamagnetismo y paramagnetismo
2. Ferromagnetismo
3. Teoría del campo molecular de Weiss y teoría de bandas
4. Antiferromagnetismo y ferrimagnetismo
5. Nanopartículas magnéticas y superparamagnetismo

Unidad III. Fenómenos magnéticos.

1. Anisotropía, coercitividad y mecanismos de inversión de la magnetización
2. Magnetostricción
3. Magnetorresistencia
4. Propiedades de remanencia
5. Modelos de histéresis magnética
6. Superconductividad
7. Levitación magnética

Unidad IV. Materiales magnéticos blandos.

1. Aleaciones metálicas cristalinas y amorfas
2. Ferritas cúbicas
3. Fluidos magnéticos

Unidad V. Materiales magnéticos duros.

1. Compuestos intermetálicos de tierras raras-metal de transición

2. Ferritas hexagonales
3. Plastroferritas y materiales magnéticos compuestos

Crterios y procedimientos de evaluaci3n y acreditaci3n

Instrumentos de evaluaci3n: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempe1o involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% m3nimo en la evaluaci3n y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliograf3a

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	A1O
1	Libro	Fundamentos de F3sica Moderna	Robert M. Eisberg	Editorial LIMUSA S.A. de C.V.	1991
2	Libro	Introduction to Magnetic Materials	Cullity B.D.	Addison-Wesley Publishing Company	1972
3	Libro	Modern Magnetic Materials: Principles and Applications	Robert C. O'Handley	John Wiley & Sons.	2000
4	Libro	Permanent Magnetism	R. Skomski and J.M.D. Coey	Institute of Physics Publishing	1999
5	Libro	Hysteresis in Magnetism for Physicists	Giorgio Bertotti	Materials scientists, and Engineers Academic	1998



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

TECNICAS EXPERIMENTALES DEL MAGNETISMO

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2937	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno aplicará las técnicas experimentales del magnetismo con un análisis diferencial preciso de las contribuciones de cada una de ellas en la generación de conocimiento de frontera en el campo.

Temas y subtemas

Unidad I. Mediciones magnéticas.

1. Unidades magnéticas
2. Generación y medición del campo magnético H
3. Mediciones magnéticas en circuitos magnéticos cerrados
4. Campo desmagnetizante y mediciones magnéticas en circuitos magnéticos abiertos
5. Permeámetro

Unidad II. Magnetometría.

1. El historiógrafo
2. El magnetómetro vibracional
3. El magnetómetro de pulsos

Unidad III. Mediciones en corriente alterna.

1. Susceptometría de corriente alterna
2. Mediciones de permeabilidad compleja con analizador de impedancias
3. Mediciones de susceptibilidad compleja con analizador de redes

Unidad IV. Espectrometría Mossbauer.

1. El efecto Mossbauer
2. El corrimiento isomérico
3. El doblamiento cuadripolar eléctrico
4. El doblamiento dipolar magnético
5. Aplicaciones al magnetismo

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Magnetic Materials	Cullity B.D.	Addison-Wesley Publishing Company	1972
2	Libro	Mössbauer Effect: Principles and Applications	Wertheim G.K.	Academic Press	1964
3	Libro	An Introduction to Mössbauer Spectroscopy	Gonser U.	Plenum Press	1971
4	Libro	Applications of Mössbauer Spectroscopy	Cohen R.L.	Academic Press	1976
5	Libro	Mössbauer Spectroscopy Applied to Magnetism and Materials Science	Long G.J. and Grandjean	Plenum Press	1993



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MECANICA DEL CONTINUO

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2939	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El alumno analizará los fundamentos básicos de la mecánica del medio continuo, y la teoría de medios deformables sean sólidos o líquidos.

Temas y subtemas

Unidad I. Análisis vectorial y tensorial.

1. Escalares, vectores y tensores
2. Notación indicial
3. Campos tensoriales y cálculo tensorial
4. Teoremas integrales

Unidad II. Esfuerzo.

1. Fuerzas vectoriales de volumen y de superficie
2. Tensor de esfuerzos; esfuerzos normales y cortantes
3. Transformación de esfuerzos, esfuerzos y direcciones

Unidad III. Principales.

1. Representación de Mohr
2. Esfuerzos planos

Unidad IV. Deformación y rapidez de deformación.

1. Partículas, configuraciones, deformaciones y movimientos
2. Coordenadas materiales y espaciales; sistemas de referencias de Lagrange y Euler
3. Gradientes de deformación y tensores de deformación finitos
4. Teoría de deformaciones infinitesimales
5. Tensores de rotación y alargamiento
6. Gradiente de velocidad, rapidez de deformación y vorticidad

Unidad V. Ecuaciones fundamentales y de balance.

1. Leyes de balance
2. Conservación de masa y ecuación de continuidad
3. Conservación del momento lineal y ecuaciones del movimiento
4. Conservación del momento angular
5. Conservación de la energía
6. Ecuaciones constitutivas

Unidad VI. Aplicaciones: elasticidad lineal y fluidos clásicos.

1. Materiales elásticos, Ley de Hooke y energía de deformación
2. Isotropía: elastostática y elastodinámica
3. Elasticidad plana
4. Termo-elasticidad lineal
5. Tensor viscoso de esfuerzo, fluidos Stokesianos Y Newtonianos
6. Ecuaciones básicas de fluidos viscosos y ecuaciones de Navier-Stokes
7. Fluido estacionario, irrotacional y potencial
8. ecuación de Bernoulli y el teorema de Kelvin

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Continuum Mechanics For Enginners	Mase, G. E. and Mase, G. T.	Crc Press	1992
2	Libro	Continuum Mechanics	Spencer, A. J. M.	Longman Harlow	1980
3	Libro	An Introduction to Continuum Mechanics	Gurtin, M. E.	Academic Press	1981
4	Libro	Introduction to Mechanics of Continua	Prager, W.	Dover Publications Inc.	1973
5	Libro	Principles of Continuum Mechanics	Narasimham, M.	John Wiley & Sons, Inc.	1993
6	Libro	Continuum Mechanics, L.	Fung, Y.C.	Prentice-Hal	1977
7	Libro	Introduction to The Mechanics of Continuos Medium	Malvern, L.E.	Prentice-Hall	1969
8	Libro	Theory of Elasticity	Timoshenko, S. P. And Goodier, J.N.	Mac Graw- Hill	1970
9	Libro	Foundations Of Solid Mechanics	Fung, Y. C.	Prentice-Hall	1965
10	Libro	Fundamental Mechanics of Fluids	Currie, I. G.	Mcgraw-Hill	1974
11	Libro	Ideal and Incompressible Fluid Dynamics	O'neill, M. E., and Chorlton, F.	Ellis Horwood Limited	1986



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

QUIMICA DE POLIMEROS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2941	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno propondrá métodos de síntesis a nivel laboratorio para la obtención de polímeros.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a la ciencia de los polímeros.

1. Desarrollo histórico
2. Clasificación de los polímeros por su origen
3. Clasificación de los polímeros por su mecanismo de síntesis
4. Estructura de los polímeros
5. Peso molecular

Unidad II. Química de la polimerización.

1. Monómeros polifuncionales
2. Monómeros de apertura de anillo
3. Monómeros de apertura de doble enlace

Unidad III. Polimerización por pasos (Policondensación).

1. Cinética de la polimerización por pasos
2. Distribución de tamaños moleculares
3. Control del grado de polimerización
4. Gelificación de monómeros polifuncionales

Unidad IV. Polimerización en cadena (Poliadición).

1. Polimerización radicalica
2. Mecanismo de la polimerización radicalica
3. Cinética
4. Grado de polimerización
5. Reacciones de transferencia
6. Polimerización catiónica
7. Mecanismo de la polimerización catiónica
8. Cinética
9. Grado de polimerización
10. Energía de activación
11. Polimerización aniónica
12. Mecanismo de la polimerización aniónica
13. Cinética
14. Grado de polimerización
15. Energía de activación

Unidad V. Técnicas de polimerización en cadena.

1. polimerización en masa
2. polimerización en solución
3. polimerización en suspensión
4. polimerización en emulsión

Unidad VI. Copolimerización.

1. Tipos de copolímeros
2. Copolimerización por radicales libres
3. Copolimerización iónica
4. Copolimerización por bloques y de injerto

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Principles of Polymerization	George Odian	Wiley-Interscience Publications	1993
2	Libro	Textbook of Polymer Science	Fred W. Billmeyer	John Wiley & Sons	1984
3	Libro	Introduction to Macromolecular Science	Petr Munk	John Wiley & Sons	1989
4	Libro	Principles of Polymer Chemistry	Flory, P.J., Cornell	University Press	1953



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FISICO QUIMICA DE LOS POLIMEROS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2942	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno comprenderá los conceptos fundamentales de la estructura macromolecular y de las técnicas de caracterización fisicoquímica; además, podrá desarrollar relaciones específicas entre la estructura y propiedades de estos materiales y reconocer el efecto de procesos físicos y químicos sobre dichas relaciones.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Desarrollo histórico de los polímeros
2. Revisión de conceptos básicos en la ciencia de los polímeros
3. Clasificación de los polímeros
4. Definiciones fundamentales
5. La estructura macromolecular

Unidad II. Tamaño molecular.

1. Peso molecular y su distribución
2. Peso molecular promedio en número (Mn)
3. Peso molecular promedio en peso (Mw)
4. Peso molecular viscosimétrico (Mv)
5. Distribución de pesos moleculares (DPM)
6. Métodos comunes para la determinación de pesos moleculares y su distribución
7. Osmometría de membrana
8. Ebulloscopia y crioscopia
9. Viscosimetría
10. Cromatografía de exclusión por tamaño (GPC)

Unidad III. Estadística conformacional.

1. Dimensiones de ovillo estadístico
2. Distancia extremo a extremo
3. Radio de giro
4. Expansión molecular

Unidad IV. Soluciones poliméricas.

1. Termodinámica de las soluciones poliméricas
2. Teoría de Flory-Hügens
3. Soluciones regulares poliméricas
4. Presión osmótica

Unidad V. Orden en el estado sólido.

1. Estructura y morfología de polímeros cristalinos
2. Mecanismo de cristalización
3. Deformación de polímeros cristalinos
4. Cinética de la cristalización
5. Determinación de cristalinidad
6. Por rayos x
7. Por calorimetría

Unidad VI. Relación estructura propiedades.

1. Viscosimetría
2. Propiedades térmicas
3. Temperatura de transición vítrea (Tg)
4. Temperatura de fusión (Tm)
5. Análisis térmico
6. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)
7. Análisis térmico diferencial (DTA)
8. Análisis termogravimétrico (TGA)

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Principles of Polymerization	George Odian	Wiley-Interscience Publications	1993
2	Libro	Textbook of Polymer Science	Fred W. Billmeyer, John	Wiley & Sons, Inc.	1984
3	Libro	Introduction to Macromolecular Science	Petr Munk, John	Wiley & Sons	1989
4	Libro	Principles of Polymer Chemistry	Flory, P.J.	Cornell University	1953
5	Libro	Statistical Mechanics of Chain Molecules	Flory, P.J.	Interscience Publisher	1998



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

REOLOGIA Y REOMETRIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2943	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno aplicará los conceptos generales de la reología y la reometría de fluidos. En particular esta primera parte está concebida para ser impartida tanto a alumnos a nivel maestría como a personal de la industria.

Temas y subtemas

Unidad I. Viscosimetría.

- Definiciones básicas: esfuerzo y tasa de corte, leyes básicas, viscosidad dinámica y cinemática, modelos y principales parámetros, líquidos newtonianos y no-newtonianos
- Condiciones iniciales y a la frontera: flujo laminar, flujo estacionario, nulo deslizamiento, nula elasticidad, homogeneidad

Unidad II. Tipos de reómetros y de viscosímetros.

- Reómetros rotacionales: cono y plato, platos paralelos, cilindros concéntricos, ecuaciones fundamentales, pruebas con esfuerzo constante, pruebas a tasa de corte constante
- Viscosímetros capilares: por gravedad, de presión variable, medición del índice de fluidez
- Viscosímetros de "falling ball"

Unidad III. Visco-elasticidad.

- Descripción general: efecto de Weissenber, esfuerzos normales, diferencia de los esfuerzos normales, medición de la diferencia de los esfuerzos normales
- Hinchamiento y fractura del flujo: hinchamiento del flujo a la salida de un capilar, criterios de fractura
- Termofluencia y relajación: principios teóricos, módulos, evaluación experimental
- Pruebas de oscilación forzada: análisis dinámico-mecánico, módulos de almacenamiento y disipativo, viscosidad compleja, modulo de corte complejo

Unidad IV. Fluidos tixotropicos, reopecticos y con un esfuerzo de fluencia.

- Medición de la tixotropía: evaluación de la ruptura de micro estructuras, y de la tasa de recuperación de la estructura tipo gel en un fluido tixotropico
- Medición del esfuerzo de fluencia: usando una prueba a esfuerzo constante, usando una prueba a tasa de corte

Unidad V. Ejemplos industriales.

1. Extrusión e inyección de plásticos
2. Pinturas
3. Papel
4. Aceites
5. Impresión
6. Alimentos
7. Cosméticos

Unidad VI. Comportamiento Reológico.

1. Modelo Newtoniano generalizado: Modelo de Carreau-Yasuda, Ley de potencias, soluciones a problemas usando el método de variacional
2. Modelo viscoelástico lineal: Modelo de Maxwell, Modelo de Jeffreys, relajación, movimiento oscilatorio, pulsos
3. Ecuaciones diferenciales: derivada convectiva del tensor de esfuerzos, modelos cuasi-lineales, modelos no-lineales, problemas uní axiales, problemas multiaxiales
4. Ecuaciones integrales: tensor de deformación finito, modelos cuasi-lineales, modelos no-lineales, problemas uní axiales, problemas multiaxiales

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Practical Approach to Rheology and Rheometry	G. Schramm	HAAKE	1994
2	Libro	Dynamics of Polymeric Fluids, New York	R.B. Bird, R.C. Armstrong and O.	Ed. by John Wiley and Sons	1987
3	Libro	Rheological Phenomena in Focus	D.V. Boger And K. Walters	Elsevier	1994



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MODELADO MOLECULAR DE ESTRUCTURAS Y PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2945	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno dominará las diferentes técnicas que se usan para la simulación computacional de polímeros, desarrollando sus capacidades necesarias para realizar la construcción, modelado y simulación de propiedades de estos materiales.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción al modelado molecular

1. Propósito del modelado
2. Metas de los métodos predictivos
3. Propiedades moleculares y propiedades del "bulk"
4. Diseño racional de moléculas y sustancias
5. Modelado como una abstracción
6. Modelos físicos y modelos computacionales
7. Aplicaciones cualitativas y cuantitativas
8. Niveles de aproximación computacional
9. Cálculos de orbitales moleculares ab initio
10. Cálculos de orbitales moleculares semiempíricos
11. Mecánica molecular
12. Teoría de Funcionales de la densidad
13. Sistemas gráficos moleculares integrados

Unidad II. Campos de fuerza basados en funciones de energía empíricas.

1. La energía de una molécula expresada como una función de sus coordenadas atómicas
2. La aproximación de Born-Oppenheimer
3. Modelado de los grados de libertad nucleares
4. Forma de la función de energía potencial
5. Factores que diferencian las formulaciones de campos de fuerza
6. Coordenadas
7. Grados de expansión
8. Términos cruzados
9. Formas funcionales
10. Tipos de átomos
11. Datos usados para el ajuste gráfico
12. Objetivos de un campo de fuerza
13. Características de algunos campos de fuerza publicados

Unidad III. Cálculos con campos de fuerza.

1. Estableciendo los cálculos

2. Geometría inicial
3. Enumeración de los términos energéticos
4. Parámetros de energía
5. Aplicaciones de funciones de energía empíricas
6. Cálculo de energías
7. Derivadas y minimización de la energía
8. Métodos de minimización de la primera derivada
9. Métodos de minimización de la segunda derivada
10. Criterios de minimización. Barreras de energía y superficies
11. Búsqueda conformacional
12. Análisis vibracional
13. Dinámica molecular
14. Condiciones de contorno periódicas
15. Dinámica de Langevin
16. Condiciones de contorno estocásticas
17. Dinámica Browniana
18. Dinámica con dos escalas de tiempo
19. Aplicaciones de la dinámica molecular
20. Búsqueda conformacional
21. Recocido simulado

Unidad IV. Construyendo modelos de sistemas poliméricos.

1. Definiendo los monómeros
2. Enlace de monómeros para formar una cadena polimérica
3. Editor de secuencias
4. Hélices
5. Propagación de cadena
6. Autorrepulsión
7. Construcción de un modelo material de cadena múltiple
8. Dominios cristalinos
9. Polímeros amorfos a través de propagación de cadena
10. Otros métodos de generación de polímeros amorfos
11. Modificación del modelo material

Unidad V. Modelado de estructuras poliméricas.

1. Introducción
2. Estructura polimérica y técnicas de simulación
3. Cadenas poliméricas simples
4. Caracterización estructural del material
5. Modelado del cristal
6. Uso de datos de difracción en el modelado de estructuras
7. Imagen dinámica de la estructura de equilibrio polimérica
8. Movimientos vibracionales
9. Movimientos concertados
10. Temperatura de transición
11. Fenomenología
12. Metodología del modelado
13. Ejemplos

Unidad VI. Simulación de propiedades mecánicas.

1. Respuesta del material al esfuerzo mecánico
2. Estudios de simulación con oligómeros simples
3. Simulaciones de polímeros amorfos
4. Ejemplos de aplicación
5. Simulación de polímeros cristalinos
6. Polímeros fundidos
7. Propiedades últimas

Unidad VII. Difusión, fenómenos de superficie y transferencia de energía.

1. Difusión en polímeros
2. Simulación del mecanismo de difusión
3. Factores que afectan la precisión cuantitativa
4. Otras simulaciones de difusión de moléculas pequeñas
5. Contrastes en polímeros isoméricos
6. Permeabilidad de membranas poliméricas
7. Difusión de moléculas más grandes
8. Estructura superficial de los polímeros
9. Interacciones de superficie

10. Mojado de superficies de polímeros
11. Recubrimientos de polímeros
12. Interdifusión
13. Solubilidad
14. Transferencia de energía en polímeros

Unidad VIII. Propiedades eléctricas de polímeros.

1. Cálculos electrónicos en sistemas extendidos
2. Propiedades electrónicas y estructura molecular
3. Planaridad y conjugación en subunidades aromáticas
4. Optimización de redes y geometrías internas
5. Espectroscopia de polímeros
6. Dinámica de relajación dieléctrica
7. Unidad 9 QSPR aplicado a polímeros
8. Funciones aditivas en ciencia de polímeros
9. Métodos para expresar la aditividad
10. Concepto de polímero y unidad estructural molar
11. Funciones aditivas molares relacionadas con la interacción entre polímeros y líquidos
12. Cálculo de propiedades

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA	AÑO
1	Libro	Computational Modeling of Polymers, Ed. New York	J. Bicerano	Marcel Dekker In	1992.
2	Libro	Molecular Modeling of Polymer Structures and Properties	B.R. Gelin	Hanser	1994
3	Libro	Introduction to Computational Chemistry	F. Jensen	John Wiley & Sons	1999
4	Libro	Reviews in Computational Chemistry, K.B. Volúmenes 1 a 16	Lipkowitz and D.B. Boyd	Wiley-VCH	2000
5	Libro	Chemical Modeling: From Atoms to Liquids	A. Hinchliffe	John Wiley & Sons	1999
6	Libro	Molecular Modelling: Principles and Applications	A.R. Leach	Addison Wesley,	1996
7	Libro	Chemical Application of Molecular Modelling	J.M. Goodman	The Royal Society	1997
8	Libro	Quantum Chemistry Aided Design of Organic Polymers	J.M. André, J. Delhalle and J.L.	World	1991.
9	Libro	Introduction to Nonlinear Optical Effects in Molecules and Polymers,	P.N. Prasad and D.J. Williams	John Wiley and	1991.
10	Libro	Electronic Materials: The Oligomer approach	K. Mullen and G. Wegner	Eds., Wiley- VCH,	1998



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MODELADO QUIMICO DE ATOMOS A LIQUIDOS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2946	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Analizará los conceptos generales de la química y la fisicoquímica a través de un estudio del modelado de sistemas que van desde átomos simples hasta líquidos, pasando por moléculas, gases y sólidos.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción matemática.

1. El teorema de Taylor
2. Derivadas parciales
3. Derivadas totales
4. Vectores y escalares
5. Suma vectorial y multiplicación escalar
6. Sistemas de coordenadas
7. Componentes cartesianas de un vector
8. Producto escalar
9. Producto vectorial
10. Campos escalares y vectoriales
11. Cálculo vectorial
12. Diferenciación de campos
13. El gradiente
14. El Laplaciano
15. Integrales lineales
16. Integrales volumétricas de campos escalares
17. Matrices y determinantes
18. Propiedades de los determinantes
19. Evaluación de determinantes
20. Matrices
21. La transpuesta de una matriz
22. La transpuesta hermítica de una matriz
23. Álgebra de matrices
24. La matriz inversa
25. Autovalores y autovectores de una matriz

Unidad II. Describiendo sistemas macroscópicos.

1. La ecuación de estado de Van der Waals
2. La ecuación de estado de Beattie-Bridgeman
3. La ecuación de estado de Benedict-Webb-Rubin
4. La ecuación de estado del virial
5. El principio de estados correspondientes

Unidad III. Termodinámica.

1. Calor, trabajo y capacidad calorífica
2. Cambios isotérmicos y adiabáticos
3. Estados y sistemas
4. La Ley Cero
5. La primera Ley
6. La entalpía H.
7. Energías y entalpías de enlace
8. Entropía y la Segunda Ley
9. La tercera Ley
10. Entalpías molares de formación y entropías molares
11. Contribuciones atómica y de enlace
12. Relaciones diferenciales
13. Las energías de Gibbs y de Helmholtz
14. El potencial químico
15. Aplicaciones al equilibrio

Unidad IV. Resumen de mecánica clásica.

1. Las Leyes de Newton
2. Momento. Energía
3. Trabajo
4. La ley de conservación de la energía
5. El campo gravitacional
6. La energía potencial gravitacional
7. Relación entre fuerza y energía potencial
8. Movimientos vibracionales
9. Valores promedio
10. La energía potencial
11. Ley de Hooke
12. Modos normales de vibración
13. Momento angular
14. Movimiento circular

Unidad V. Modelado de sólidos simples (primera parte).

1. Las leyes de la electrostática
2. El campo electrostático
3. La energía potencial electrostático U_{AB}
4. El potencial electrostático $\phi(r)$
5. Relaciones entre E, F, U_{AB} y $\phi(r)$
6. Energía potencial electrostática de un arreglo de cargas puntuales
7. La energía de enlace de un cristal
8. Sólidos iónicos simples
9. Potenciales de pares
10. La energía de enlace de un sólido de Van der Waals

Unidad VI. Introducción a la Mecánica Cuántica.

1. Partículas y ondas
2. Naturaleza corpuscular de la radiación
3. Aspectos ondulatorios de la materia
4. La hipótesis de Broglie
5. La naturaleza probabilística de algunos experimentos
6. Dualidad onda partícula
7. Operadores lineales
8. Postulados
9. Las relaciones de conmutación
10. La representación de Schrödinger
11. Momento angular. Spin
12. Dependencia temporal
13. Partícula libre
14. Partícula en un pozo de potencial
15. El principio de correspondencia
16. El pozo bidimensional
17. El pozo tridimensional
18. El pozo finito
19. Estados no ligados
20. Una falla principal en el modelo clásico
21. El tratamiento mecano cuántico
22. El espectro vibracional del HCl
23. El teorema variacional
24. El método de variación lineal

Unidad VII. Multipolos eléctricos, polarizabilidades y fuerzas intermoleculares.

1. Distribuciones de carga electrostáticas
2. Multipolos eléctricos
3. Distribuciones continuas de carga
4. El potencial electrostático
5. Polarización dieléctrica y polarizabilidades
6. Energía de dispersión
7. Interacciones de corto alcance
8. El potencial de a pares

Unidad VIII. Algunas ideas estadísticas.

1. Estadística. Promedios, probabilidades y desviaciones standard
2. Enumeración
3. La mezcla binaria
4. La función de multiplicidad
5. La función de distribución de Boltzmann
6. La función de partición
7. Degeneración
8. Precisión en los números

Unidad IX. Aplicaciones de la distribución de Boltzmann.

1. El sistema cuántico de dos niveles
2. La energía interna
3. La capacidad calorífica
4. Distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann

Unidad X. Modelando sólidos simples (segunda parte).

1. Módulo de Young
2. El módulo de Young de un sólido cristalino
3. El punto de fusión de un sólido simple
4. Una consecuencia de la energía del punto cero
5. La regla de Dulong y Petite
6. Necesidad de uso de la mecánica cuántica
7. El criterio de Broglie
8. El criterio de Boltzmann

Unidad XI. Mecánica molecular.

1. Implementación de la mecánica molecular
2. Una contribución de cada enlace químico
3. Una contribución de cada ángulo de enlace
4. Una contribución de cada movimiento dihédrico
5. La contribución electrostática
6. Interacciones entre átomos no enlazados
7. Sistemas conjugados
8. Ejemplo de cálculo de mecánica molecular
9. Características de las superficies de energía potencial
10. Mínimos múltiples
11. Mínimos locales y globales
12. Puntos de ensilladura
13. Puntos estacionarios
14. Métodos del gradiente
15. Métodos del descenso más brusco
16. Métodos de la segunda derivada
17. Caracterización de puntos estacionarios
18. Ejemplo: proteínas
19. El efecto del pH
20. Propiedades moleculares
21. El efecto del solvente

Unidad XII. Dinámica Molecular y técnicas de Monte Carlo.

1. Dinámica molecular
2. Estadística
3. Calentamiento
4. Condiciones de contorno periódicas
5. El método de Monte Carlo

Unidad XIII. El gas monoatómico ideal.

1. El tratamiento clásico
2. El tratamiento cuántico

Unidad XIV. Gases cuánticos.

1. Conteo de Rayleigh
2. La distribución de Maxwell-Boltzmann de energías cinéticas atómicas
3. La radiación del cuerpo negro
4. Modelado de metales
5. Indistinguibilidad
6. El efecto del spin. Fermiones y bosones
7. Orígenes de los factores de Fermi y de Bose

Unidad XV. Introducción a la Termodinámica Estadística.

1. Partículas no interactuantes
2. La función de partición molecular Q . Q_{trans} Q_{rot} Q_{vib} Q_{el}
3. La entropía estadística
4. La función de partición canónica
5. Partículas distinguibles no interactuantes
6. Partículas interactuantes no distinguibles
7. Cantidades termodinámicas a partir de funciones de partición
8. La energía interna U
9. La entropía S
10. La ecuación de Sackur-Tetrode
11. Entropía residual
12. Otras cantidades termodinámicas
13. La ecuación de estado para reacciones gaseosas
14. Constantes de equilibrio

Unidad XVI. Modelando átomos.

1. La vieja teoría cuántica
2. El átomo monoatómico
3. Características generales de estados enlazados
4. Funciones de onda normalizadas para el átomo de hidrógeno
5. Visualización
6. El significado físico de los números cuánticos l y m : el experimento de Stern-Gerlach
7. Átomos multielectrónicos
8. El principio de Pauli
9. El modelo de Hartree-Fock
10. La tabla periódica

Unidad XVII. Sistemas diatómicos.

1. Algunos conceptos útiles
2. Curvas de energía potencial
3. Visualización de los orbitales moleculares CLOA
4. Diferencias de densidad
5. Notación
6. Los pasos siguientes: H_2 , H_2^+
7. El modelo HF-CLOA
8. Órdenes de enlace y análisis poblacional
9. Orbitales de Slater

Unidad XVIII. Modelado cuántico de sistemas mayores.

1. Implementación de la teoría molecular HF-CLOA
2. Orbitales gaussianos
3. La implementación moderna
4. Teorema de Koopmans
5. Optimización de geometrías
6. El modelo de orbitales gaussianos esféricos flotantes (FSGO)
7. Comentarios generales sobre optimización de geometrías
8. Niveles sencillos de cálculo
9. El modelo de Huckel
10. Aplicaciones. Heteroátomos
11. Teorías electrónicas de traslape diferencial cero (ZDO)
12. Teorías de electrones de valencia
13. Modelos de pseudopotenciales
14. Propiedades termodinámicas
15. Inclusión del solvente: método del campo de reacción autoconsistente

Unidad XIX. Describiendo la correlación electrónica.

1. Interacción de configuraciones
2. Teoría de perturbaciones
3. El método MPn para tratar la correlación electrónica
4. Teoría del funcional de la densidad

Unidad XX. La teoría de bandas de los sólidos.

1. Modelo de Drude para un metal
2. Ley de Ohm
3. El modelo del electron libre de Pauli
4. Conductividad
5. El vector de ondas
6. Teoría de bandas
7. El modelo Kronig-Penney
8. Semiconductores
9. Semiconductores dopados

Unidad XXI. Modelando sistemas poliméricos.

1. Forma y tamaño
2. Modelos primitivos para cadenas poliméricas
3. El modelo de cadena libre
4. El modelo de cadena rotante
5. Barreras para la rotación interna
6. Simulación por dinámica molecular
7. La elasticidad de la goma
8. Oligómeros como modelos de polímeros lineales
9. Polímeros conductores
10. Polímeros con propiedades ópticas no lineales

Unidad XXII. Modelando líquidos.

1. La función de distribución radial
2. La energía interna de un líquido
3. La ecuación de estado del virial
4. Simulación computacional
5. El potencial de a pares
6. Aditividad
7. Potenciales de a pares modelos
8. Potenciales intermoleculares
9. Líquidos clásicos y cuánticos

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Computational Chemistry	David Young	John Wiley & Sons	2001
2	Libro	Modeling Molecular Structures	A. Hinchliffe	John Wiley & Sons	2000
3	Libro	Chemical Modeling: From Atoms to Liquids	A. Hinchliffe	John Wiley & Sons,	1999
4	Libro	Molecular Modeling: The Chemistry of the XXI Century	M.A. Chaer Nascimento	World Scientific	1993
5	Libro	Design of Molecular Materials: Supramolecular Engineering	J. Simon, P. Bassoul	J. Wiley & Sons	2001
6	Libro	The Colours of Life: An Introduction to the Chemistry of Porphyrins and Related Compounds, New York	L.R. Milgrom	Oxford University Press	1997

7	Libro	Phtalocyanine Materials: Synthesis, Structure and Function, Cambridge	N.B. McKeown	Cambridge University Press	1998
8	Libro	Electronic Processes in Organic Crystals and Polymers	C. Swenberg, Martin Pope	Oxford University Press	1999
9	Libro	Organic Electronic Materials: Conjugated Polymers and Low Molecular Weight Organic Solids	G. Grosso, R. Farchioni	Springer-Verlag	2001
10	Libro	Functional Organic and Polymeric Materials: Molecular Functionality-Macroscopic Reality	T.H. Richardson	John Wiley & Sons	2000
11	Libro	Molecular Materials and Functional Polymers	W.J. Blau, P. Lianos, U. Schuber	Springer-Verlag,	2001
12	Libro	Functionality of Molecular Systems: From Molecular Systems to Molecular Devices	K. Honda	Springer-Verlag	1998
13	Libro	Implications of Molecular and Materials Structure for New Technologies	J.A.K. Howard, F.H. Allen, G.P. Shields	Kluwer Academic Publishers	1999
14	Libro	A Chemist's Guide to Density Functional Theory	W. Koch, M. Holthausen	John Wiley & Sons	2001
15	Libro	Density Functional Methods in Chemistry	J.K. Labanowski and J.W. Andzelm	Springer-Verlag	1991
16	Libro	Molecular Modelling: Principles and Applications	A.R. Leach	Addison Wesley, Longman	1996
17	Libro	The molecular Modeling Workbook for Organic Chemistry	W.J. Hehre, A.J. Shusterman and J.E. Nelson	Wavefunction Inc.	1998
18	Libro	Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Application	D. Frenker and B. Smith	Academic Press, San Diego	1996
19	Libro	Chemical Application of Molecular Modeling	J.M. Goodman	The Royal Society of Cambridge, Chemistry	1997
20	Libro	Introduction to Theoretical Organic Chemistry and Molecular Modeling	W.B. Smith	Wiley-VCH	1996
21	Libro	Quantum Chemistry Aided Design of Organic Polymers	J.M. André, J. Delhalle and J.L. Brédas	World Scientific	1991
22	Libro	Electronic Materials: The Oligomer Approach, Germany,	K. Mullen and G. Wegner	Wiley-VCH, Weinheim	1998



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

INTRODUCCION A LA QUIMICA COMPUTACIONAL

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2947	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno aplicará del campo de la Química Computacional los conceptos: al diseño, caracterización y modelado molecular en Ciencia de Materiales.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Referencias
2. Ejemplos de aplicación de la Química Computacional y el Modelado Molecular en Ciencia de Materiales

Unidad II. Métodos de campos de fuerza.

1. Introducción
2. La energía del campo de fuerza
3. Parametrización del campo de fuerza
4. Diferencias entre campos de fuerzas
5. Consideraciones computacionales
6. Validación de campos de fuerzas
7. Consideraciones prácticas
8. Ventajas y limitaciones de los métodos de campos de fuerzas
9. Modelado de estructuras de transición
10. Métodos híbridos campo de fuerza-estructura electrónica

Unidad III. Métodos de estructura electrónica.

1. Las aproximaciones adiabáticas y de Born-Oppenheimer
2. Teoría del campo autoconsistente
3. Energía del determinante de Slater
4. Teorema de Koopmans
5. Aproximación del conjunto de base
6. Formulación alternativa del problema variacional
7. Métodos Hartree-Fock restringidos e irrestricto
8. Técnicas SCF
9. Métodos semiempíricos
10. Parametrización
11. Performance de métodos semiempíricos
12. Teoría Huckel extendida
13. Limitaciones y ventajas de los métodos semiempíricos

Unidad IV. Métodos de correlación electrónica.

1. Determinantes de Slater de excitación
2. Interacción de configuraciones
3. Ilustración de cómo CI tiene en cuenta el problema de la correlación electrónica
4. Problema de la disociación HF restringido
5. Problemas de la disociación HF irrestricto y de contaminación de Spin
6. Consistencia de tamaño y extensividad
7. El campo autoconsistente multiconfiguracional
8. Interacción de configuraciones multireferencial
9. Teoría de perturbación de varios cuerpos. Métodos "coupled cluster"
10. Conexiones entre "coupled cluster", interacción de configuraciones y teoría de perturbaciones
11. Métodos involucrando distancias interelectrónicas
12. Métodos directos
13. Métodos de orbitales localizados
14. Resumen de métodos de correlación electrónica

Unidad V. Conjuntos de base.

1. Orbitales tipo Slater y Gaussianos
2. Clasificación de conjuntos de base
3. Conjuntos de base bien balanceados
4. Conjuntos de base contraídos
5. Procedimientos de extrapolación
6. Reacciones isográficas e isodésmicas
7. Conjuntos de base de potenciales efectivos
8. Errores de superposición de conjuntos de bases
9. Métodos pseudoespectrales

Unidad VI. Teoría de funcionales de la densidad.

1. El principio variacional
2. Teoremas de Hohenberg-Kohn
3. Fórmula de conexión adiabática
4. Métodos de la densidad locales
5. Métodos de corrección en gradientes
6. Métodos híbridos
7. Performance
8. Consideraciones computacionales
9. Referencias

Unidad VII. Métodos de enlace de valencia.

1. Enlace de valencia clásico
2. Enlace de valencia con acoplamiento de Spin
3. Enlace de valencia generalizado
4. Referencias

Unidad VIII. Métodos relativísticos.

1. Conexión entre las ecuaciones de Dirac y de Schrödinger
2. Sistemas de varios cuerpos
3. Cálculos de cuatro componentes
4. Referencias

Unidad IX. Análisis de la función de onda.

1. Análisis poblacional basado en las funciones de base
2. Análisis poblacional basado en el potencial electrostático
3. Análisis poblacional basado en la función de onda
4. Orbitales localizados
5. Orbitales naturales
6. Análisis de orbitales naturales atómicos y de orbitales naturales de enlace
7. Consideraciones computacionales

Unidad X. Propiedades moleculares.

1. Ejemplos: campo eléctrico externo, campo magnético externo, momento magnético interno, cambio de geometría, derivadas mixtas
2. Métodos de perturbación
3. Técnicas de derivadas
4. Técnicas del lagrangiano
5. Método Hartree-Fock del acoplamiento perturbado
6. Perturbación del campo eléctrico

7. Perturbación del campo magnético
8. Perturbaciones de geometría
9. Métodos de propagadores
10. Conjunto de bases de propiedades

Unidad XI. Consideraciones prácticas.

1. Uso de programas computacionales
2. Lenguajes de programación
3. Preparación de entradas para programas de Química Computacional
4. Análisis de resultados
5. Métodos semiempíricos: Chem3D, HyperChem, MOPAC
6. Métodos ab initio: Gaussian 98, GAMESS
7. Métodos de funcionales de la densidad: Gaussian 98

Unidad XII. Ilustrando los conceptos.

1. Convergencia de geometrías
2. Convergencia de momentos dipolares
3. Convergencia de frecuencias vibracionales
4. Curvas de disociación de enlaces
5. Curvas de ángulos de enlace
6. Sistemas problemáticos
7. Energías relativas de sistemas isoméricos
8. Propiedades de conducción eléctrica
9. Propiedades ópticas no lineales
10. Termoquímica computacional
11. Métodos G1, G2, G3 y CBS

Unidad XIII. Teoría del estado de transición y mecánica estadística.

1. Teoría del estado de transición
2. Mecánica estadística
3. Funciones de partición translacional, rotacional, vibracional y electrónica
4. Contribuciones de la entalpía y la entropía
5. Referencias

Unidad XIV. Cambio de sistemas de coordenadas.

1. Coordenadas vibracionales normales
2. Energía del determinante de Slater
3. Energía de la función de onda de interacción de configuraciones
4. Referencias

Unidad XV. Técnicas de optimización.

1. Método del descenso más brusco
2. Métodos de gradientes conjugados
3. Métodos de Newton-Raphson
4. Elección de coordenadas
5. Optimización de estructuras de transición
6. Problemas de optimización restringidos
7. Determinación de mínimos globales
8. Muestreo conformacional
9. Métodos de coordenada de reacción intrínseca

Unidad XVI. Teorías cualitativas.

1. Teoría de orbitales moleculares de frontera
2. Conceptos de teoría de los funcionales de la densidad
3. Teoría cualitativa de orbitales moleculares
4. Reglas de Woodward-Hoffmann
5. Principio de Bell-Evans-Polanyi
6. Postulado de Hammond
7. Teoría de Marcus
8. Diagramas O'Ferral-Jenks
9. Referencias

Unidad XVII. Simulaciones, métodos dependientes del tiempo y modelos de solvatación.

1. Métodos de simulación: energía libre, perturbación termodinámica, integración termodinámica
2. Métodos dependientes del tiempo: métodos clásicos, cuánticos, de Langevin, del camino de reacción
3. Métodos de solvatación del continuo

4. Referencias

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Computational Chemistry	F. Jensen	John Wiley & Sons	1999
2	Libro	Reviews in Computational Chemistry	K.B. Lipkowitz and D.B. Boyd	Eds, Wiley-VCH	1999
3	Libro	Chemical Modeling: From Atoms to Liquids	A. Hinchliffe	John Wiley & Sons	1999
4	Libro	J, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Pittsburgh	.B. Foresman and A. Frisch	Gaussian Inc	1996
5	Libro	A Laboratory Book of Computational Organic Chemistry	W.J. Hehre, A.J. Shusterman and W. Wayne Huang	Wave function Inc.	1998
7	Libro	Computational Thermochemistry	K.K. Irikura and D.J. Frurip	ACS Symposium Series Chemical Society	1998
8	Libro	Molecular Mechanics across Chemistry.	A.K. Rappé and C.J. Casewit	University Science Books	1997
9	Libro	Density Functional Methods in Chemistry New York	J.K. Labanowski and J.W. Andzelm	Springer-Verlag	1991
10	Libro	Molecular Modelling: Principles and Applications,	A.R. Leach	Addison Wesley	1996
11	Libro	The molecular Modeling Workbook for Organic Chemistry	W.J. Hehre, A.J. Shusterman and J.E. Nelson	Wavefunction Inc	1998
12	Libro	Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications	D. Frenker and B. Smit	Academic Press	1996
13	Libro	Chemical Application of Molecular Modeling	J.M. Goodman	The Royal Society of Chemistry	1997
14	Libro	Introduction to Theoretical Organic Chemistry and Molecular Modeling	W.B. Smith	Wiley-VCH	1996
15	Libro	Computational Chemistry	G.H. Grant and W. G. Richards	Oxford University Press	1996
16	Libro	Quantum Chemistry Aided Design of Organic Polymers	J.M. André, J. Delhalle and J.L. Brédas	World Scientific	1991
17	Libro	Nonlinear Optical Materials: Theory and Modeling, Eds., ACS Symposium Series 628 Washington DC	S.P. Karna and A.T. Yeates	American Chemical Society	1996
18	Libro	Introduction to Nonlinear Optical Effects in Molecules and Polymers	P.N. Prasad and D.J. Williams	John Wiley and Sons	1991
19	Libro	Electronic Materials: The Oligomer approach, Weinheim, Germany	K. Mullen and G. Wegner	Wiley-VCH	1998
20	Libro	Computational Modeling of Polymers, Ed., New York	J. Bicerano	Marcel Dekker Inc	1992
21	Libro	Molecular Modeling of Polymer Structures and Properties	B.R. Gelin,	Hanser Publishers	1994
22	Libro	The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge	D.C. Rapaport	Cambridge University Press	1998

23	Libro	Molecular Modeling: The Chemistry of the XXI Century, Ed	M.A. Chaer Nascimento	World Scientific	1998
24	Libro	The Colours of Life: An Introduction to the Chemistry of Porphyrines and Related Compounds	L.R. Milgrom	Oxford University Press	1997
25	Libro	Phtalocyanine Materials: Synthesis, Structure and Function, Cambridge	N.B. McKeown	Cambridge University Press	1998



Universidad de Sonora
División de Ciencia e Ingeniería
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
Posgrado en Nanotecnología

SIMULACION COMPUTACIONAL DE MATERIALES MOLECULARES Y SUPRAMOLECULARES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2948	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Alumno analizará el campo de los materiales y sus aplicaciones prácticas, de manera que pueda adquirir un conocimiento de los temas de investigación en materiales moleculares y supramoleculares, y desarrolle habilidades relacionadas con el diseño, caracterización y simulación computacional de los mismos.

Temas y subtemas

Unidad I. Conceptos útiles en simulación computacional.

1. Introducción
2. Sistemas de coordenadas
3. Superficies de energía potencial
4. Gráficas moleculares
5. Superficies
6. Unidades de longitud y energía
7. La literatura del modelado molecular y la simulación computacional
8. Hardware y software
9. La Internet
10. Conceptos matemáticos
11. Referencias

Unidad II. Modelos teóricos.

1. Introducción
2. Átomos monoatómicos
3. Átomos polieatómicos y moléculas
4. Cálculos de orbitales moleculares
5. Las ecuaciones de Hartree-Fock
6. Correlación electrónica
7. Teoría de funcionales de la densidad
8. Conjuntos de base
9. Sistemas de capa abierta
10. Consideraciones prácticas
11. Teorías aproximadas
12. Métodos semiempíricos
13. Teoría de Huckel
14. Teoría del enlace de valencia
15. Cálculo de propiedades moleculares usando mecánica cuántica
16. Desempeño de los métodos semiempíricos
17. Análisis de componentes energéticos
18. Mecánica y dinámica molecular
19. Métodos de simulación computacional
20. Métodos de simulación de Monte Carlo
21. Análisis conformacional

Unidad III. Temas de investigación en materiales moleculares y supramoleculares.

1. Conductores y superconductores moleculares
2. Polímeros conductores
3. Electrónica molecular
4. Magnetismo molecular
5. Materiales con propiedades ópticas no lineales
6. Materiales electroluminiscentes
7. Cristales líquidos
8. Oligómeros de moléculas heteroaromáticas conjugadas
9. Conductores, superconductores y magnetos basados en sales de transferencia de electrones
10. Polímeros para electrónica
11. Sistemas basados en ácidos nucleicos para su aplicación en electrónica molecular
12. Deposición química en fase vapor (CVD)
13. Inhibidores de corrosión
14. Nanopartículas y materiales nanoestructurados
15. Agregados de materiales metálicos
16. Materiales nanoporosos
17. Sólidos orgánicos e inorgánicos
18. Fullerenos
19. Compuestos
20. Colorantes
21. Tetratiofulvalenos
22. Biomateriales
23. Compuestos organometálicos
24. Ftalocianinas, porfirinas y porfirazinas
25. Métodos físicos y químicos de análisis y caracterización
26. Métodos de preparación de materiales
27. Química de inclusión e intercalación
28. Técnicas de organización supramolecular

Unidad IV. Diseño, caracterización y simulación computacional de materiales moleculares y supramoleculares.

1. Materiales moleculares conductores
2. Polímeros conductores: qué son, cuáles son sus propiedades y problemas, y por qué auguran una tecnología diferente
3. Diseño y preparación de conductores y superconductores moleculares
4. Propiedades de transporte de conductores moleculares
5. Multifuncionalidad, biomimetismo, electroquímica y polímeros conductores
6. Polímeros conductores y materiales híbridos en dispositivos de almacenamiento y conversión de energía
7. Nuevos materiales conductores basados en complejos de metal-bis-dicianobenzoditiolato
8. Caracterización espectroelectroquímica UV-VIS-NIR y Raman de oligotiofenos amorfos utilizados en OLEDs
9. Caracterización teórica de sistemas dopados
10. Comportamiento redox de la polianilina y polímeros conductores análogos
11. Los polímeros conductores como transductores electronion
12. Oligómeros del tiadiazol con propiedades conductoras eléctricas y ópticas no lineales
13. Materiales moleculares con propiedades ópticas no lineales
14. Predicción mecano-cuántica de propiedades ópticas no lineales
15. Estructuras y propiedades ópticas de oligómeros conjugados
16. Fundamentos de electroluminiscencia en materiales orgánicos
17. Láseres orgánicos y poliméricos
18. Caracterización espectroelectroquímica in situ de materiales orgánicos policonjugados
19. Los materiales orgánicos en el campo de la óptica no lineal
20. Ftalocianinas para óptica no lineal
21. Materiales fotorrefractivos orgánicos
22. Electrochromismo en materiales híbridos
23. Derivados 1,3-ditioil-2-iliden- π -aceptor con propiedades ópticas no lineales de segundo orden

Unidad V. Materiales tipo “átomo-expandido” y monocapas moleculares de Langmuir o autoagregadas.

1. Películas de Langmuir-Blodgett: preparación, caracterización y aplicaciones
2. Transferencia de energía entre películas de Langmuir-Blodgett de derivados de ftalocianina y perileno.
3. Comparación con películas depositadas por alto vacío
4. Sistemas inorgánicos en películas de Langmuir y Langmuir-Blodgett

Unidad VI. Cristales líquidos.

1. Cristales líquidos: conceptos generales
2. Propiedades físicas de nemáticos y esmécticos.
3. Polímeros cristales líquidos
4. Aplicaciones de cristales líquidos
5. Inducción de fases cristal líquido en polímeros mediante puentes de hidrógeno
6. Influencia de la sustitución en el mesomorfismo y las propiedades ópticas de diferentes 5-sustituidos-2-arilbenzoxazoles para emisión polarizada
7. Metalomesógenos basados en tris(2-aminoetil) amina

Unidad VII. Materiales moleculares magnéticos.

1. Fundamentos de magnetismo molecular
2. Propiedades magnéticas y aplicaciones tecnológicas de los agregados moleculares
3. Ordenamiento magnético en materiales moleculares
4. Aplicación de los métodos de la química computacional a la interpretación y el cálculo del intercambio magnético
5. La resonancia paramagnética electrónica: una técnica basada en el estudio de los materiales moleculares
6. Imanes moleculares: síntesis y caracterización
7. Síntesis y caracterización magneto-estructural de nuevos compuestos de coordinación heterometálicos
8. Ordenamiento magnéticos en materiales moleculares

Unidad VIII. Materiales magnéticos moleculares orgánicos y organometálicos.

1. Fundamentos básicos y ejemplos de técnicas neutroónicas en magnetismo molecular
2. Sistemas de alta dimensionalidad magnéticamente versátiles basados en el ligando aziduro
3. Radicales policrotrifenilmetílicos funcionalizados como nuevos ligando para complejos magnéticos
4. Materiales magnéticos basados en complejos de decametil metalocenos
5. Caracterización y modelación de polioxometalatos magnéticos
6. Estudio de transiciones de fases estructural y magnética en imanes moleculares
7. Fotomagnetismo de compuestos de Fe (II)

Unidad IX. Fullerenos y sólidos orgánicos.

1. Tetratofulvalenos en química de materiales y química supramolecular
2. La química de los fullerenos y sus aplicaciones fotovoltaicas
3. Propiedades y transformaciones electroquímicas de fullerenos y de sus derivados.
4. Nanotubos de carbono: aspectos fundamentales y aplicaciones
5. Transporte electrónico en fuentes de fullerenos y nanotubos
6. Procesos fotoinducidos en compuestos fullereno-fenilvinileno
7. Reacciones de retro-ciclopropanación en derivados del fullereno

Unidad X. Ftalocianinas y porfirinas.

1. Sistemas dador-aceptor basados en ftalocianinas
2. Díadas de ftalocianina-subftalocianina: síntesis y propiedades
3. Tautomería NH en porfirinas meso-sustituidas
4. Porfirazinas
5. La química del color
6. Colorantes y pigmentos
7. Miscelánea
8. Interacciones no-covalentes en materiales moleculares
9. Sistemas con fragmentos de metales de transición y aceptores orgánicos: organización supramolecular y estados electrónicos
10. Materiales híbridos orgánicos/inorgánicos de base molecular
11. Análogos tiofénicos del TCNQ
12. Diseño y simulación computacional de inhibidores de corrosión
13. Control de las propiedades moleculares de especies orgánicas incorporadas en zeolitas y sólidos porosos
14. Transferencia electrónica fotoinducida
15. Células solares orgánicas
16. Reconocimiento y detección de cationes metálicos y aniones por receptores poliamínicos fluorescentes
17. Transferencia electrónica fotoinducida en sistemas TTF- π extendido-oligo PPV-C60
18. Preparación y propiedades de poliacetileno encapsulado en zeolitas
19. Motores moleculares basados en catenanos y rotaxanos
20. Química combinatoria supramolecular
21. Ruptura de simetría en la formación de mesofases
22. Electroquímica de los heteroasociados de ciclodextrinas y compuestos de manganeso
23. Complejos de níquel (II) incorporando radicales libres como contraaniones
24. Materiales moleculares híbridos multifuncionales
25. Química de coordinación de radicales libres de tipo nitróxido

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Computational Chemistry	F. Jensen	John Wiley & Sons	1999
2	Libro	Reviews in Computational Chemistry, Volúmenes 1 a 16	Lipkowitz and D.B. Boyd	Wiley-VCH	1998

3	Libro	Computational Chemistry, New York	David Young	John Wiley & Sons	2001
4	Libro	Chemical Modeling: From Atoms to Liquids	A. Hinchliffe	John Wiley & Sons	1999
5	Libro	Design of Molecular Materials: Supramolecular Engineering	J. Simon, P. Bassoul	J. Wiley & Sons	2001
6	Libro	The Colours of Life: An Introduction to the Chemistry of Porphyrines and Related Compounds	L.R. Milgrom	Oxford University Press	1997
7	Libro	Phtalocyanine Materials: Synthesis, Structure and Function	N.B. McKeown	Cambridge University Press	1998
8	Libro	Electronic Processes in Organic Crystals and Polymers	C. Swenberg, Martin Pope	Oxford University Press	1999
9	Libro	Organic Electronic Materials: Conjugated Polymers and Low Molecular Weight Organic Solids,	G. Grosso, R. Farchioni	Springer-Verlag	2001
10	Libro	Functional Organic and Polymeric Materials: Molecular Functionality-Macroscopic Reality	T.H. Richardson	John Wiley & Sons	2000
11	Libro	Molecular Materials and Functional Polymers	W.J. Blau, P. Lianos, U. Schuber	Springer-Verlag	2001.
12	Libro	Fullerene Polymers and Fullerene Polymer Composites	O.P.C. Eklund, A.M. Rao	Springer-Verlag	2000
13	Libro	Functionality of Molecular Systems: From Molecular Systems to Molecular Devices	K. Honda	Springer-Verlag	1998
14	Libro	Implications of Molecular and Materials Structure for New Technologies	J.A.K. Howard, F.H. Allen, G.P. Shields	Kluwer Academic Publishers	1999
15	Libro	Modeling Molecular Structures, New York	A.. Hinchliffe	John Wiley & Sons	2000
16	Libro	A Chemist's Guide to Density Functional theory	W. Koch, M. Holthausen	John Wiley & Sons	2001
17	Libro	Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods	J.B. Foresman and A. Frisch,	Gaussian Inc.	1996
18	Libro	A Laboratory Book of Computational Organic Chemistry	W.J. Hehre, A.J. Shusterman and W. Wayne Huang	Wavefunction Inc.	1998
19	Libro	Density Functional Methods in Chemistry	J.K. Labanowski and J.W. Andzelm	Springer-Verlag	1991
20	Libro	Molecular Modelling: Principles and Applications	A.R. Leach	Addison Wesley, Longman	1996
21	Libro	The molecular Modeling Workbook for Organic Chemistry	W.J. Hehre, A.J. Shusterman and J.E. Nelson	Wavefunction Inc.	1998
22	Libro	Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications	D. Frenker and B. Smith	Academic Press	1996
23	Libro	Chemical Application of Molecular Modelling	J.M. Goodman	The Royal Society of Chemistry	1997
24	Libro	Introduction to Theoretical Organic Chemistry and Molecular Modeling	W.B. Smith	Wiley-VCH	1996
25	Libro	Quantum Chemistry Aided Design of Organic Polymers	J.M. André, J. Delhalle and J.L. Bredas	World Scientific	1991
26	Libro	Nonlinear Optical Materials: Theory and Modelings	S.P. Karna and A.T. Yeates	ACS Symposium Series	1996
27	Libro	Introduction to Nonlinear Optical Effects in Molecules and Polymers	P.N. Prasad and D.J. Williams	John Wiley and Sons	1991



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

INTRODUCCION A LA NANOTECNOLOGIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2949	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

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

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Conceptos básicos
2. Definiciones
3. Diferentes escalas
4. Comparaciones
5. Conclusiones

Unidad II. Introducción a la física del estado sólido.

1. Estructura
2. Propiedades dependientes del tamaño
3. Estructuras cristalinas
4. Nanopartículas cúbicas
5. Estructuras semiconductoras
6. Vibraciones de red

Unidad III. Métodos de medición de propiedades.

1. Introducción
2. Estructura
3. Estructuras atómicas
4. Cristalografía
5. Determinación del tamaño de las partículas
6. Microscopía
7. Microscopía de transmisión electrónica
8. Microscopía de campo iónico
9. Microscopía de barrido
10. Espectroscopia
11. Espectroscopia infrarroja y Raman
12. Espectroscopia de fotoemisión y rayos x
13. Resonancia magnética

Unidad IV. Propiedades de nanopartículas individuales.

1. Introducción
2. Nanocúmulos metálicos
3. Números mágicos
4. Modelado teórico de nanopartículas
5. Estructura geométrica
6. Estructura electrónica
7. Reactividad
8. Cúmulos magnéticos
9. Nanotransiciones
10. Nanopartículas semiconductoras
11. Propiedades ópticas
12. Fotofragmentación
13. Explosión coulombica
14. Agregados moleculares y de gases raros
15. Agregados de gases inertes
16. Agregados superfluitos
17. Cúmulos moleculares
18. Métodos de síntesis
19. Plasma
20. Métodos químicos
21. Termólisis
22. Métodos de pulsión de láser

Unidad V. Nanoestructuras de carbono.

1. Introducción
2. Moléculas de carbono
3. Naturaleza del enlace de carbono
4. Nuevas estructuras de carbono
5. Cúmulos de carbono
6. Pequeños agregados de carbono
7. Descubrimiento del C60
8. Estructura del C60 y sus cristales
9. C60 dopado con elementos alcalinos
10. Superconductividad en C60
11. Fullerenos grandes y pequeños
12. Otros fullerenos
13. Nanotubos de carbono
14. Fabricación. Estructura
15. Propiedades eléctricas
16. Propiedades vibracionales
17. Propiedades mecánicas
18. Aplicaciones de los nanotubos de carbono
19. Emisión de campo y apantallamiento
20. Computadoras
21. Celdas de combustible
22. Sensores químicos
23. Catálisis
24. Reforzamiento mecánico

Unidad VI. Materiales nanoestructurados.

1. Nanoestructuras sólidas desordenadas
2. Métodos de síntesis
3. Mecanismos de falla de materiales convencionales
4. Propiedades mecánicas
5. Multicapas nanoestructuradas
6. Propiedades eléctricas
7. Otras propiedades
8. Nanocompuestos vítreos
9. Sílice porosa
10. Cristales nanoestructurados
11. Nanocristales naturales
12. Predicción computacionales de redes de agregados
13. Arreglos de nanopartículas en zeolitas
14. Cristales de nanopartículas metálicas
15. Redes de nanopartículas en suspensiones coloidales
16. Cristales fotónicos

Unidad VII. Ferromagnetismo nanoestructurado.

1. Bases del ferromagnetismo
2. Efecto de la nanoestructura en las propiedades magnéticas
3. Dinámica de los nanomagnetos
4. Nanoporos conteniendo partículas magnéticas
5. Nanoferrromagnetos de carbono
6. Magnetoresistencia
7. Ferrofluidos

Unidad VIII. Espectroscopía óptica y vibracional.

1. Introducción
2. Rango de la frecuencia de infrarrojo
3. Espectroscopia de semiconductores
4. Espectroscopía superficial de infrarrojo
5. Espectroscopia Raman
6. Espectroscopia de Brillouin
7. Luminiscencia.
8. Fotoluminiscencia
9. Estados superficiales
10. Termoluminiscencia
11. Nanoestructuras en cajas zeolíticas

Unidad IX. Alambres moleculares y puntos cuánticos.

1. Introducción
2. Preparación de nanoestructuras cuánticas
3. Efectos del tamaño y dimensionalidad
4. Efectos del tamaño
5. Conducción de electrones y dimensionalidad
6. Gas de Fermi y densidad de estados
7. Pozos de potencial Confinamiento de partículas
8. Dependencia de las propiedades de la densidad de estados
9. Excitones
10. Tuneleo de electrones
11. Aplicaciones
12. Detectores infrarrojos
13. Láseres de puntos cuánticos
14. Superconductividad

Unidad X. Autoensamblaje y catálisis.

1. Autoensamblaje
2. Procesos de autoensamblaje
3. Islas de semiconductores
4. Monocapas
5. Catálisis
6. Naturaleza de la catálisis
7. Área superficial de nanopartículas
8. Materiales porosos
9. Arcillas
10. Coloides

Unidad XI. Compuestos orgánicos y polímeros.

1. Introducción
2. Formación y caracterización de polímeros
3. Polimerización
4. Tamaños de los polímeros
5. Nanocristales
6. Tipos de anillos condensados
7. Tipos de polidiacetileno.
8. Polímeros
9. Polímeros conductores
10. Copolímeros de bloque
11. Estructuras supramoleculares
12. Tipos de transición mediada por metales
13. Moléculas dendríticas Dendrimeros supramoleculares
14. Micelas

Unidad XII. Materiales biológicos

1. Introducción
2. Bloques biológicos
3. Tamaños de los bloques biológicos y nanoestructuras
4. Nanoalambres polipeptídicos y nanopartículas proteínicas
5. Ácidos nucleicos
6. Nanoalambres de ADN Código genético y síntesis de proteínas
7. Nanoestructuras biológicas
8. Ejemplos de proteínas
9. Micelas y vesículas
10. Películas multicapa

Unidad XIII. Nanomáquinas y nanodispositivos

1. Sistemas microelectromecánicos (MEMS)
2. Sistemas nanoelectromecánicos (NEMS)
3. Fabricación
4. Nanodispositivos y nanomáquinas
5. Conmutadores moleculares y supramoleculares

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Nanotechnology	C.P. Poole Jr. Y F.J. Owens	John Wiley & Sons	2003



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

INTRODUCCION A LA BIONANOTECNOLOGIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2950	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

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

Temas y subtemas

Unidad I. En busca de la bionanotecnología.

1. La revolución de la biotecnología.
2. De la biotecnología a la bionanotecnología.
3. ¿Qué es la bionanotecnología?

Unidad II. Bionanomáquinas en acción.

1. El extraño mundo de las bionanomáquinas
2. La gravedad y la inercia son despreciables a la nanoescala
3. Las nanomáquinas presentan granularidad atómica
4. El movimiento térmico es una fuerza significativa a la nanoescala
5. Las bionanomáquinas requieren de un ambiente acuoso
6. Bionanomateriales modernos
7. La mayoría de las bionanomáquinas están compuestas de proteínas
8. Los ácidos nucleicos transportan información
9. Los lípidos son usados como infraestructura
10. Los polisacáridos se usan para roles estructurales específicos
11. El legado de la evolución
12. La evolución ha puesto limitaciones significativas en las propiedades de las biomoléculas naturales
13. Visita guiada a las bionanomáquinas naturales

Unidad III. Diseño biomolecular y Biotecnología..

1. La tecnología del ADN recombinante
2. El ADN puede ser modificado con enzimas disponibles comercialmente
3. La mutagénesis dirigida provoca cambios específicos en el genoma
4. Proteínas bifuncionales
5. Anticuerpos monoclonales
6. Determinación de la estructura biomolecular.
7. La cristalografía de rayos X permite obtener estructuras atómicas
8. La espectroscopia RMN puede ser usada para obtener estructuras atómicas
9. La microscopía electrónica revela la morfología molecular
10. La microscopía de fuerza atómica prueba la superficie de las biomoléculas

11. Modelado molecular
12. Las bionanomaquinas son visualizadas mediante gráficos de computadora
13. El modelado computacional es usado para predecir la estructura y función biomolecular
14. El problema del plegado de las proteínas
15. Las simulaciones predicen los modos de interacción biomolecular
16. Nuevas funcionalidades son desarrolladas utilizando diseño molecular asistido por computadora (CAMD)

Unidad IV. Principios estructurales de la bionanotecnología.

1. La bionanomaquinaria natural está diseñada para un ambiente específico
2. Una estrategia jerárquica permite la construcción de nanomaquinas
3. Los materiales originales: estructura biomolecular y estabilidad
4. Las moléculas están compuestas de átomos unidos por enlaces covalentes
5. Las fuerzas de dispersión y de repulsión actúan en un pequeño intervalo
6. Los enlaces de hidrógeno proveen estabilidad y especificidad
7. Las interacciones electrostáticas se forman entre átomos cargados
8. El efecto hidrofóbico estabiliza las biomoléculas en agua
9. Plegado de proteínas
10. No todas las secuencias de proteínas adoptan estructuras estables
11. Las proteínas globulares poseen una estructura jerárquica
12. Las estructuras globulares estables requieren una combinación de estrategias de diseño
13. Los chaperones proveen el entorno óptimo para el plegado
14. La rigidez puede hacer que las proteínas sean más estables a altas temperaturas
15. Muchas proteínas pueden hacer uso del desorden
16. Autoensamblaje
17. La simetría permite el autoensamblaje de complejos estables con un tamaño determinado
18. La cuasisimetría se usa para construir arreglos que son demasiado grandes para una simetría perfecta
19. Condiciones que promueven el autoensamblaje
20. Autoorganización
21. Los lípidos se autoorganizan en bicapas
22. Las bicapas de lípidos son fluidas
23. Las proteínas pueden ser diseñadas para autoorganizarse con bicapas de lípidos
24. Reconocimiento molecular
25. Principios de Crane para el reconocimiento molecular
26. La atomicidad limita la tolerancia de los sitios de combinación
27. Flexibilidad
28. Las biomoléculas muestran flexibilidad a todos los niveles
29. La flexibilidad representa grandes desafíos para el diseño de bionanomaquinas

Unidad V. Principios funcionales de la bionanotecnología.

1. Nanoensamblaje e información
2. Los ácidos nucleicos transportan la información genética
3. Los ribosomas construyen las proteínas
4. La información se almacena en una forma muy compacta
5. Energética
6. La energía química es transferida por las moléculas de transporte
7. La luz es capturada por pequeñas moléculas especializadas
8. Transferencia de electrones por proteínas
9. La conducción eléctrica y la transferencia de carga han sido observadas en ADN
10. Los gradientes electroquímicos son creados a través de las membranas
11. Transformaciones químicas
12. Las enzimas reducen la entropía de una reacción química
13. Las enzimas crean ambientes que estabilizan los estados de transición
14. Las enzimas usan herramientas químicas para llevar a cabo las reacciones
15. Regulación
16. La actividad de las proteínas puede ser regulada a través de movimientos alostéricos
17. La acción de las proteínas puede ser regulada por modificaciones covalentes
18. Biomateriales
19. Ensamblado helicoidal de las subunidades para formar filamentos y fibrillas
20. La infraestructura a microescala se contruye a partir de componentes fibrosos
21. Los minerales se combinan con los biomateriales para aplicaciones especiales
22. Las proteínas elásticas usan cadenas desordenadas
23. Las células permiten general adhesivos específicos y generales.
24. Motores biomoleculares
25. Motores lineales de ATP
26. Motores flagelados y motores rotatorios de ATP sintasa
27. Movimiento browniano
28. Tráfico a través de las membranas
29. Los canales de potasio usan un filtro de selectividad
30. La bacteriodopsina utiliza la luz para impulsar a los protones
31. Sensores biomoleculares
32. El gusto y el olfato detectan moléculas específicas

33. La luz se detecta mediante movimiento sensibles a la luz en retinal
34. Los receptores mecanosensoriales detectan movimientos a través de una membrana
35. Las bacterias detectan gradientes químicos por rectificación de los movimientos al azar
36. Autorreplicación
37. Las células son autoreplicadores autónomos
38. El diseño básico de la células está perfilado por los procesos de evolución
39. Bionanotecnología de maquinarias
40. Sarcómeros del músculo
41. Nervios
42. Conclusiones

Unidad VI. Bionanotecnología actual.

1. Capacidades básicas
2. Las proteínas naturales pueden ser simplificadas
3. Las proteínas pueden ser diseñadas a partir de cero
4. Las proteínas pueden ser construidas con aminoácidos no naturales
5. Formación de agregados de nanopartículas de oro usando ADN
6. El ADN puede mover una palanca mecánica. Biomineralización
7. Biosensores
8. Anticuerpos usados como biosensores
9. Biosensores que permiten detectar niveles de glucosa para el manejo de la diabetes
10. Nanoporos que permiten detectar secuencias específicas de ADN

Unidad VII. El futuro de la bionanotecnología.

1. Un cronograma para la bionanotecnología
2. Lecciones de la nanotecnología molecular
3. Tres casos de estudio
4. Caso de estudio: nanotubo sintasa
5. Caso de estudio: un ensamblador general a onézcala
6. Caso de estudio: nanovigilancia
7. Consideraciones éticas
8. Respeto por la vida
9. Peligros potenciales
10. Reflexiones finales
11. Conclusiones

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives	C.M. Niemeyer and C.A. Mirkin (Eds)	Wiley-VCH	2004
2	Libro	Bionanotechnology: Lessons from Nature	D.S. Goodsell	Wiley-Liss, Hoboken	2004



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

APLICACIONES DE LA NANOTECNOLOGIA COMPUTACIONAL

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2951	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

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

Temas y subtemas

Unidad I. Ámbito del modelado de materiales.

1. Introducción
2. Conceptos básicos
3. Métodos teóricos
4. Como comenzar un proyecto de modelado
5. Estructura general de los programas de modelado molecular
6. Equipamiento computacional
7. Software relacionado con el modelado de nanomateriales

Unidad II. Óxidos metálicos.

1. Introducción
2. Métodos de estructura electrónica
3. Modelos de cluster
4. Cálculos periódicos
5. Adsorción sobre superficies de óxidos metálicos
6. Métodos de campos de fuerzas
7. Superficies y morfología cristalina
8. Defectos
9. Transporte

Unidad III. Materiales microporosos.

1. Introducción
2. Métodos ab initio y del funcional de la densidad
3. Modelos de cluster
4. Cálculos periódicos
5. Combinación de métodos ab initio y modelado molecular. Incrustado
6. Energética de reacción
7. Adsorción en zeolitas
8. Espectros de resonancia magnética nuclear de hidrógeno
9. Dinámica molecular ab initio
10. Cálculos de campo de fuerza
11. Estructura

12. Dinámica
13. Sitios activos
14. Adsorción de moléculas en zeolitas
15. Un caso de estudio: adsorción de metanol en grupos hidroxilos puentes

Unidad IV. Vidrios

1. Introducción
2. Simulación de sílice vidrio
3. Vidrios de silicatos alcalinos
4. Aluminosilicato
5. Borosilicato y otros vidrios
6. Simulación de la superficie vítrea y de los problemas de difusión
7. Cálculo de las propiedades de los vidrios

Unidad V. Semiconductores y superconductores

1. Introducción
2. Semiconductores
3. Estructura electrónica de bandas en sólidos
4. Métodos modernos computacionales de estructura electrónica
5. Deposición química en fase vapor
6. Energética y dinámica de adsorción
7. Límites granulados y dislocaciones en semiconductores
8. Superconductores
9. Estructura
10. Vacancias de oxígeno
11. Difusión de oxígeno

Unidad VI. Nanomateriales.

1. Introducción
2. Diferentes tipos de nanomateriales
3. Métodos de síntesis y usos potenciales
4. Rol del modelado computacional
5. Nanotubos de carbono (CNTs)
6. Estructura atómica y electrónica
7. Métodos de síntesis, propiedades y aplicaciones potenciales
8. Ejemplos de modelado molecular
9. Pantallas basadas en CNTs: efecto de los adsorbatos
10. Sensores electromecánicos basados en CNTs. Nanotecnología computacional de fullerenos y nanotubos de carbono
11. Nanoalambres y nanocintas. Nanocintas de SnO₂
12. Nanocintas de SnO₂ como sensores químicos
13. Materiales fotovoltaicos
14. Aplicaciones de los fullerenos y nanotubos de carbono en medicina

Unidad VII. Respaldo teórico.

1. Introducción
2. Conceptos básicos
3. Abreviaturas comunes en Química Computacional
4. Química cuántica
5. Teoría del funcional de la densidad
6. Métodos semiempíricos
7. Espectros vibracionales
8. Espectros RMN
9. Espectros UV
10. Mecánica estadística
11. Mecánica molecular
12. Combinación de mecánica cuántica y campos de fuerza: el método ONIOM
13. Cálculos Monte Carlo
14. Cálculos de dinámica molecular

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Molecular Modeling Techniques in Materials Science	J.R. Hill, L. Subramanian y A. Maiti	CRC Press, Taylor & Francis, Boca Ratón	2005
2	Manual	The Handbook of Nanotechnology: Nanometer Structures – theory, Modeling and Simulation	A. Lakhtakia (Ed.)	SPIE Press, Bellingham	2004
3	Libro	Principles of Nanotechnology: Molecular-Bases Study of Condensed Matter in Small Systems	G. Ali Mansoori	World Scientific Publishing Co,	2005



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS NANOCOMPOSITOS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2952	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

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

Temas y subtemas

Unidad I. Nanocompuestos de metales y cerámicos.

1. Introducción
2. Nanocompuestos metal-cerámico
3. Nanocompuestos por aleación mecánica
4. Nanocompuestos por el método de síntesis sol-gel
5. Nanocompuestos por el método de síntesis de rociado térmico
6. Nanocompuestos con matriz metálica
7. Nanocompuestos cerámicos para determinadas propiedades mecánicas
8. Nanocompuestos de película delgada: películas multicapas y granulares
9. Nanocompuestos para revestimientos duros
10. Nanocompuestos basados en nanotubos de carbono
11. Nanocompuestos funcionales de baja dimensionalidad
12. Nanosistemas de compósitos encapsulados
13. Aplicaciones de los alambres de nanocompuestos
14. Aplicaciones de las partículas de nanocompuestos
15. Nanocompuestos inorgánicos para aplicaciones ópticas
16. Nanocompuestos inorgánicos para aplicaciones eléctricas
17. Membranas y estructuras nanoporosas: otros nanocompuestos
18. Nanocompuestos para aplicaciones magnéticas
19. Nanocompuestos magnéticos de partículas dispersas
20. Nanocompuestos magnéticos multicapa
21. Microestructura y estabilidad térmica de nanocompuestos magnéticos
22. Estructuras de nanocompuestos con diferentes propiedades
23. Conclusiones

Unidad II. Nanocompuestos basados en o rellenos con polímeros.

1. Introducción
2. Rellenos a nanoescala
3. Rellenos de nanofibras o nanotubos
4. Nanotubos de carbono
5. Procesado de nanotubos
6. Pureza
7. Otros nanotubos
8. Nanorellenos planos

9. Rellenos de nanopartículas equiaxiales
10. Interfaces polímero-relleno inorgánico
11. Procesado de nanocompuestos basados en polímeros
12. Compósitos nanotubos-polímeros
13. Procesado de compósitos rellenos de polímeros
14. Matrices de poliamida
15. Matrices de poliimida
16. Matrices de polietileno y polipropileno
17. Matrices de cristal líquido
18. Matrices de polimetilmetacrilato y poliestireno
19. Matrices epoxi y de poliuretano
20. Matrices de polielectrolitos
21. Matrices de caucho
22. Otros
23. Procesado de compósitos de polímeros y nanopartículas
24. Mezclado directo
25. Mezclado en solución
26. Polimerización in situ
27. Procesado in situ de partículas de compósitos polímero-cerámico
28. Procesado in situ de partículas de nanocompuestos polímero-metal
29. Modificación de interfaces
30. Modificación de nanotubos
31. Modificación de nanopartículas equiaxiales
32. Agregado de moléculas pequeñas
33. Revestimientos de polímeros
34. Revestimientos inorgánicos
35. Propiedades de los compósitos
36. Propiedades mecánicas
37. Módulo y capacidad de carga de los nanorellenos
38. Dureza y resistencia
39. Transición vítrea
40. Abrasión y resistencia al uso
41. Permeabilidad
42. Estabilidad dimensional
43. Estabilidad térmica
44. Propiedades eléctricas y ópticas
45. Resistividad, permitividad y resistencia a la fractura
46. Claridad óptica
47. Control de índice de refracción
48. Dispositivos emisores de luz
49. Otras actividades ópticas
50. Conclusiones

Unidad III. Nanobiocompuestos naturales, nanocompuestos biomiméticos y nanocompuestos inspirados biológicamente.

1. Introducción
2. Materiales nanocompuestos naturales
3. Nanopartículas sintetizadas biológicamente
4. Nanoestructuras sintetizadas biológicamente
5. Nanocompuestos sintéticos derivados de estructuras biológicas
6. Formación de nanoestructuras basadas en proteínas
7. Formación de nanoestructuras en base al ADN
8. Ensamblaje de proteínas
9. Nanocompuestos inspirados biológicamente
10. Moldes de cristal líquido
11. Moldes de cristal líquido de películas delgadas
12. Moldes de copolímeros de bloque
13. Moldes de coloide
14. Resumen
15. Conclusiones

Unidad IV. Modelado de nanocompuestos.

1. Introducción
2. La necesidad del modelado
3. Estructura conceptual
4. Modelado en multiescala
5. Aspectos multifísicos
6. Validación
7. Resumen
8. Conclusiones

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nanocomposite Science and Technology	P.M. Ajayan, L.S. Schadler and P.K. Braun	Wiley-VCH Verlag	2003



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

NANOELECTRONICA MOLECULAR

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2953	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

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

Temas y subtemas

Unidad I. Conductancia por alambres moleculares: algunos aspectos teóricos y computacionales.

1. Introducción
2. Teorías de transferencia de electrones coherente en uniones moleculares
3. Aproximación de Landauer
4. Conductancia usando estados moleculares y de electrodo
5. Particionamiento y autoenergías
6. Otras aproximaciones
7. Evaluación de la conductancia para transporte coherente
8. Aspectos generales
9. Algunos ejemplos computacionales
10. Tratamientos de perfil de potencial
11. Energía de Fermi
12. Repulsión coulombica
13. Transporte incoherente y acoplamiento vibrónico
14. Observaciones y sugerencias

Unidad II. Rectificadores eléctricos unimoleculares.

1. Introducción
2. ¿Cómo medir monocapas?
3. Contactos metálicos
4. Ensamblado: Fisisorción contra quimisorción
5. Teoría de transferencia electrónica de Marcus
6. Trabajos iniciales en rectificadores monocapa
7. Proyecto de rectificador orgánico
8. Propiedades eléctricas de monocapas y multicapas
9. Rectificación por monocapas y moléculas de C₁₆H₃₃Q-3CNQ(25)
10. Confirmación de la rectificación eléctrica por moléculas aisladas
11. Propiedades moleculares de C₁₆H₃₃Q-3CNQ(25)
12. Propiedades de películas de C₁₆H₃₃Q-3CNQ(25)
13. Sándwiches de metal-película LB-metal de C₁₆H₃₃Q-3CNQ(25)
14. Rectificación unimolecular por C₁₆H₃₃Q-3CNQ(25)

15. Búsqueda de nuevos rectificadores
16. Esfuerzos fallidos
17. Dos nuevos rectificadores
18. Otros resultados
19. Prospectos para el futuro
20. Desafíos para el futuro cercano
21. Opiniones
22. Conclusiones

Unidad III. Dispositivos electrónicos moleculares.

1. Introducción
2. Conceptos básicos de electrónica molecular
3. Monocapas autoensambladas
4. Sistemas oligoméricos conjugados
5. Mecanismos básicos de transporte de carga
6. Síntesis de dispositivos y alambres moleculares
7. Síntesis de alambres moleculares de oligofenileno con una y dos terminales
8. Síntesis de alambres moleculares con tres terminales
9. Alambres moleculares con barreras de transporte internas
10. Síntesis de dispositivos a escala molecular con funcionalidades heteroatómicas
11. Alambres moleculares conteniendo porfirinas
12. Barreras experimentales en dispositivos electrónicos orgánicos
13. Fabricación de dispositivos de transporte molecular
14. Tuneo simple de monocapas autoensambladas (MAE) metal-aislante-metal
15. Medición del transporte básico en capas moleculares
16. Mecanismos de conducción. MAE de isocianuros
17. Estados localizados en uniones metal-MAE-metal
18. Aplicaciones de capas moleculares en dispositivos
19. Transiciones conductor-aislante causadas por la conformación molecular
20. Resistencia diferencial negativa en juntas moleculares
21. Dependencia con la temperatura
22. Efectos de memoria molecular
23. Demostración de una celda molecular de almacenamiento de memoria
24. Conclusiones

Unidad IV. Modelado de dispositivos a nanoescala.

1. Introducción
2. Inadecuación de los modelos macroscópicos
3. Equilibrio
4. Noequilibrio
5. La matriz de densidad y el operador de corriente
6. Resumen
7. Formalismo NEGF
8. Modelos discretos
9. Ensachamiento
10. Generalización a multineveles
11. Bases no ortogonales
12. Contacto de punto cuántico: modelo ab initio
13. Hamiltoniano
14. Autoenergía
15. Potencial autoconsistente
16. Resultados
17. Nanotransistores de puerto dual: modelo de la masa efectiva
18. Hamiltoniano
19. Autoenergía
20. Potencial autoconsistente
21. Resultados
22. Conclusiones

Unidad V. Dispositivos moleculares usando monocapas autoensambladas.

1. Introducción
2. Señales usadas para controlar y probar moléculas
3. Nanoelectrónica molecular: esquemas para limitar el tamaño del dispositivo.
4. Estudios de monocapas autoensambladas
5. Materiales
6. Síntesis
7. Condiciones de autoensamblaje
8. Juntas pequeñas metal-molécula-metal
9. Juntas metal-molécula-metal con geometría plana
10. Conclusiones

Unidad VI. Control y medición de propiedades a escala molecular para nanoelectrónica molecular.

1. Nanoelectrónica molecular: diseño y mediciones
2. Introducción a las pruebas de microscopía de barrido
3. Posicionamiento de moléculas sobre superficies a través de autoensamblado y ensamblado directo
4. Integración de moléculas orgánicas en dispositivos nanoelectrónicos
5. Alambres moleculares. Interruptores moleculares
6. Nanopartículas como arquitectura optoelectrónica
7. Conclusiones

Unidad VII. Nanotubos de carbono: síntesis, dispositivos y sistemas integrados.

1. Introducción
2. Síntesis de nanotubos de carbono
3. Propiedades electrónicas de nanotubos de carbono
4. Fabricación de dispositivos basados en nanotubos
5. Propiedades electrónicas de nanotubos de carbono metálicos
6. Propiedades electrónicas de nanotubos de carbono semiconductores con brecha pequeña
7. Propiedades electrónicas de nanotubos de carbono semiconductores
8. Junturas p-n en nanotubos
9. Inversores de efecto-campo complementario en nanotubos de carbono
10. Operaciones lógicas usando nanotubos de carbono
11. Conclusiones

Unidad VIII. Nanoelectrónica de nanoalambres ensamblados.

1. Introducción
2. Limitaciones de la tecnología arriba-abajo
3. Tecnología abajo-arriba: requerimientos y promesas
4. Materiales a nanoescala
5. Síntesis racional de nanoalambres
6. Ruptura de simetría: un concepto clave para el crecimiento unidimensional
7. Crecimiento catalítico: conceptos y diseño sintético
8. Crecimiento catalítico asistido por laser
9. Crecimiento catalítico de nanoalambres por deposición química en fase vapor
10. Resumen
11. Caminos futuros
12. Dispositivos de nanoalambres electrónicos y optoelectrónicos
13. Transistores de nanoalambre de efecto campo
14. Junturas de nanoalambres p-n cruzadas
15. Transistores de junturas bipolares
16. Diodos emisores de luz (LEDs)
17. Fotodetectores
18. Resumen
19. Nanoalambres ensamblados jerárquicamente
20. Ensamblaje dirigido por el campo eléctrico
21. Ensamblaje dirigido por flujo de fluidos
22. Caminos futuros
23. Dispositivos integrados de nanoalambres
24. Junturas p-n de nanoalambres integrados
25. Circuitos lógicos en base a nanoalambres
26. Resumen
27. Aplicación de los nanodispositivos en sensado químico y biológico
28. Principios básicos
29. Sensores químicos: el caso de los sensores de pH.
30. Sensores biológicos
31. Direcciones futuras
32. Resumen y perspectivas

Unidad IX. Nanopartículas: los materiales de construcción de nanoestructuras funcionales.

1. Introducción
2. Bloques de construcción
3. Nanopartículas no metálicas
4. Nanocristales semiconductores
5. Nanopartículas metálicas
6. Métodos de ensamblaje y deposición
7. Nanocapas
8. Ensamblaje de nanopartículas bi y tridimensional
9. Manipulación y captura de nanopartículas aisladas
10. Aplicaciones
11. Quantum Dot Corporation
12. Nanospectra L.L.P.

13. Surromed Incorporated
14. Conclusiones

Unidad X. Materiales fotovoltaicos moleculares y basados en nanocristales.

1. Introducción
2. Celdas solares de silicio
3. Fotosíntesis: la celda solar de la naturaleza
4. Materiales fotovoltaicos basados en moléculas y nanomateriales
5. Fotodiodos de Schottky. Materiales fotovoltaicos de heterojunturas en forma de sandwich
6. Materiales fotovoltaicos de heterojunturas en bulto
7. Eficiencias de los materiales fotovoltaicos
8. Condiciones de iluminación
9. Cálculo de las eficiencias de materiales fotovoltaicos
10. Futuro de los nanomateriales para aplicaciones fotovoltaicas
11. Conclusiones

Unidad XI. Transistores de películas delgadas orgánicas.

1. Introducción
2. Más allá de los límites
3. Arquitectura de dispositivos
4. Tecnología de sustratos flexibles
5. Dieléctricos orgánicos
6. Procesos de bajo costo. Impresión de microcontacto
7. Películas arregladas fotoquímicamente.
8. Impresión inkjet
9. Técnicas de mejora del desempeño
10. Regioregularidad en polímeros
11. Tratamientos con agentes acoplantes de silanos
12. Tratamientos de contacto
13. Integración de transistores de películas delgadas orgánicas (TFTs)
14. Circuitos integrados TFT orgánicos
15. Pantallas de panel plano con TFTs orgánicos
16. Direcciones futuras
17. Conclusiones

Unidad XII. Dispositivos emisores de luz orgánicos y poliméricos.

1. Introducción
2. Moléculas pequeñas
3. Dispositivos de emisión de luz basados en moléculas pequeñas
4. Materiales
5. Diseño de heteroestructuras
6. Procesos de degradación
7. Dispositivos emisores de luz poliméricos
8. Estructura y fabricación de los dispositivos
9. Polímeros electroluminiscentes
10. Materiales y dispositivos fosforescentes
11. Materiales orgánicos y poliméricos en las fabricaciones de láseres
12. Conclusiones

Unidad XIII. Moléculas, puertos, circuitos y computadoras.

1. Introducción
2. El interruptor
3. Información
4. Circuitos booleanos
5. Transistores
6. Manufactura y fabricación
7. La ley de Moore
8. El futuro
9. Un nuevo régimen
10. Arquitectura de procesadores
11. Arquitectura de computadoras
12. Arquitectura del conjunto de instrucciones
13. Evolución de los procesadores
14. Problemas enfrentados por la arquitectura de computadoras
15. Confiabilidad de los sistemas de arquitectura de computadoras
16. Introducción
17. Confiabilidad. Aumento de la confiabilidad
18. Verificación formal
19. Confiabilidad y sistemas de computación nanoelectrónicos
20. Hardware reconfigurable (RH)

21. Circuitos RH
22. Estructura de los circuitos
23. Usando RH
24. Diseño de circuitos RH
25. Ventajas del RH
26. Desventajas del RH. RH y tolerancia a las fallas
27. Elementos de circuitos moleculares
28. Dispositivos
29. Alambres.
30. Fabricación
31. Técnicas
32. Implicaciones
33. Ensamblado jerárquico de una nanocomputadora
34. Circuitos
35. Lógica diodo-resistor
36. Circuitos moleculares
37. Circuitos de transistores moleculares
38. Arquitecturas moleculares
39. Nanofábricas
40. Aproximación al azar
41. Aproximaciones cuasirregulares
42. Aproximaciones determinísticas
43. Tolerancia a los defectos
44. Metodología
45. Escalado
46. Uso de arquitecturas moleculares
47. Conclusiones

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Molecular Nanoelectronics	Mark A. Reed and Takhee Lee, Eds.	American Scientific Publishers, Stevenson Ranch	2003



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

QUIMICA COMPUTACIONAL PARA NANOTECNOLOGIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2954	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

Introducir al alumno en el campo de la Química Computacional, aplicando los conceptos al diseño, caracterización y modelado molecular en Ciencia de Materiales y particularmente para el caso de nanomateriales y bionanomateriales. Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para realizar investigación en una nueva área que está revolucionando la ciencia y la tecnología: la nanotecnología. Al finalizar este curso el alumno tendrá un conocimiento sólido sobre la producción, caracterización y aplicaciones de materiales y dispositivos para uso en nanotecnología. Asimismo, se mostrarán aplicaciones recientes de nuevas tecnologías utilizando materiales nanoestructurados que comprenden principalmente moléculas, materiales moleculares, polímeros, cerámicos y metales.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Referencias
2. Ejemplos de aplicación de la Química Computacional y el Modelado Molecular en Ciencia de Materiales

Unidad II. Métodos de campos de fuerza.

1. Introducción
2. La energía del campo de fuerza
3. Parametrización del campo de fuerza
4. Diferencias entre campos de fuerzas
5. Consideraciones computacionales
6. Validación de campos de fuerzas
7. Consideraciones prácticas
8. Ventajas y limitaciones de los métodos de campos de fuerzas
9. Modelado de estructuras de transición
10. Métodos híbridos campo de fuerza-estructura electrónica

Unidad III. Métodos de estructura electrónica.

1. Las aproximaciones adiabáticas y de Born-Oppenheimer
2. Teoría del campo autoconsistente
3. Energía del determinante de Slater
4. Teorema de Koopmans
5. Aproximación del conjunto de base
6. Formulación alternativa del problema variacional
7. Métodos Hartree-Fock restringidos e irrestrictos
8. Técnicas SCF
9. Métodos semiempíricos
10. Parametrización
11. Performance de métodos semiempíricos
12. Teoría Huckel extendida
13. Limitaciones y ventajas de los métodos semiempíricos

Unidad IV. Métodos de correlación electrónica.

1. Determinantes de Slater de excitación
2. Interacción de configuraciones
3. Ilustración de cómo CI tiene en cuenta el problema de la correlación electrónica
4. Problema de la disociación HF restringido
5. Problemas de la disociación HF irrestricto y de contaminación de spin
6. Consistencia de tamaño y extensividad
7. El campo autoconsistente multiconfiguracional
8. Interacción de configuraciones multireferencial
9. Teoría de perturbación de varios cuerpos
10. Métodos "coupled cluster"
11. Conexiones entre "coupled cluster", interacción de configuraciones y teoría de perturbaciones
12. Métodos involucrando distancias interelectrónicas
13. Métodos directos
14. Métodos de orbitales localizados
15. Resumen de métodos de correlación electrónica

Unidad V. Conjuntos de base.

1. Orbitales tipo Slater y Gaussianos
2. Clasificación de conjuntos de base
3. Conjuntos de base bien balanceados
4. Conjuntos de base contraídos
5. Procedimientos de extrapolación
6. Reacciones isogálicas e isodésmicas
7. Conjuntos de base de potenciales efectivos
8. Errores de superposición de conjuntos de bases
9. Métodos pseudoespectrales

Unidad VI. Teoría de funcionales de la densidad.

1. El principio variacional
2. Teoremas de Hohenberg-Kohn
3. Fórmula de conexión adiabática
4. Métodos de la densidad locales
5. Métodos de corrección en gradientes
6. Métodos híbridos
7. Performance
8. Consideraciones computacionales
9. Referencias

Unidad VII. Métodos de enlace de valencia.

1. Enlace de valencia clásico
2. Enlace de valencia con acoplamiento de spin
3. Enlace de valencia generalizado
4. Referencias

Unidad VIII. Métodos relativísticos.

1. Conexión entre las ecuaciones de Dirac y de Schrodinger
2. Sistemas de varios cuerpos
3. Cálculos de cuatro componentes
4. Referencias

Unidad IX. Análisis de la función de onda.

1. Análisis poblacional basado en las funciones de base
2. Análisis poblacional basado en el potencial electrostático
3. Análisis poblacional basado en la función de onda
4. Orbitales localizados
5. Orbitales naturales
6. Análisis de orbitales naturales atómicos y de orbitales naturales de enlace
7. Consideraciones computacionales
8. Ejemplos

Unidad X. Propiedades moleculares.

1. Ejemplos: campo eléctrico externo, campo magnético externo, momento magnético interno, cambio de geometría, derivadas mixtas
2. Métodos de perturbación
3. Técnicas de derivadas
4. Técnicas del lagrangiano
5. Método Hartree-Fock del acoplamiento perturbado

6. Perturbación del campo eléctrico
7. Perturbación del campo magnético
8. Perturbaciones de geometría
9. Métodos de propagadores
10. Conjunto de bases de propiedades

Unidad XI. Consideraciones prácticas.

1. Uso de programas computacionales
2. Lenguajes de programación
3. Preparación de entradas para programas de Química Computacional
4. Análisis de resultados
5. Métodos semiempíricos: Chem3D, HyperChem, MOPAC, CACHE
6. Métodos ab initio: Gaussian 03, GAMESS
7. Métodos de funcionales de la densidad: Gaussian 03

Unidad XII. Ilustrando los conceptos.

1. Convergencia de geometrías
2. Convergencia de momentos dipolares
3. Convergencia de frecuencias vibracionales
4. Curvas de disociación de enlaces
5. Curvas de ángulos de enlace
6. Sistemas problemáticos
7. Energías relativas de sistemas isoméricos
8. Propiedades de conducción eléctrica
9. Propiedades ópticas no lineales
10. Termoquímica computacional
11. Métodos G1, G2, G3 y CBS

Unidad XIII. Teoría del estado de transición y mecánica estadística.

1. Teoría del estado de transición
2. Mecánica estadística
3. Funciones de partición translacional, rotacional, vibracional y electrónica
4. Contribuciones de la entalpía y la entropía
5. Referencias

Unidad XIV. Cambio de sistemas de coordenadas.

1. Coordenadas vibracionales normales
2. Energía del determinante de Slater
3. Energía de la función de onda de interacción de configuraciones
4. Referencias

Unidad XV. Técnicas de optimización.

1. Método del descenso más brusco
2. Métodos de gradientes conjugados
3. Métodos de Newton-Raphson
4. Elección de coordenadas
5. Optimización de estructuras de transición
6. Problemas de optimización restringidos
7. Determinación de mínimos globales
8. Muestreo conformacional
9. Métodos de coordenada de reacción intrínseca

Unidad XVI. Teorías cualitativas.

1. Teoría de orbitales moleculares de frontera
2. Conceptos de Teoría de los funcionales de la densidad
3. Teoría cualitativa de orbitales moleculares
4. Reglas de Woodward-Hoffmann
5. Principio de Bell-Evans-Polanyi
6. Postulado de Hammond
7. Teoría de Marcus
8. Diagramas O'Ferral-Jenks
9. Referencias

Unidad XVII. Simulaciones, métodos dependientes del tiempo y modelos de solvatación.

1. Métodos de simulación: energía libre, perturbación termodinámica, integración termodinámica
2. Métodos dependientes del tiempo: métodos clásicos, cuánticos, de Langevin, del camino de reacción.
3. Métodos de solvatación del continuo
4. Referencias

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to Computational Chemistry	F. Jensen	John Wiley & Sons	1999
2	Revista	Reviews in Computational Chemistry	K.B. Lipkowitz and D.B. Boyd, Eds.	John Wiley & Sons	Varios
3	Libro	Chemical Modeling: From Atoms to Liquids	A. Hinchliffe	John Wiley & Sons	1999
4	Libro	Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods	J.B. Foresman and A. Frisch	Gaussian Inc	1996
5	Libro	Molecular Mechanics across Chemistry	A.K. Rappé and C.J. Casewit	University Science Books	1997
6	Libro	Density Functional Methods in Chemistry	J.K. Labanowski and J.W. Andzelm	Springer-Verlag,	1991
7	Libro	Molecular Modelling: Principles and Applications	A.R. Leach	Addison Wesley, Longman	1996
8	Libro	The molecular Modeling Workbook for Organic Chemistry	J. Hehre, A.J. Shusterman and J.E. Nelson	W Wavefunction Inc	1998
9	Libro	Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications	D. Frenker and B. Smit	Academic Press	1996
10	Libro	Application of Molecular Modelling Chemical	J.M. Goodman	The Royal Society of Chemistry	1997
11	Libro	Introduction to Theoretical Organic Chemistry and Molecular Modeling	W.B. Smith	Wiley-VCH	1996
12	Libro	Computational Chemistry	G.H. Grant and W. G. Richards	Oxford University Press	1996
13	Libro	Electronic Materials: The Oligomer approach	Mullen and G. Wegner Eds	Wiley-VCH	1998
14	Libro	Molecular Modeling of Polymer Structures and Properties	B.R. Gelin	Hanser Publishers	1994
15	Libro	The Art of Molecular Dynamics Simulation	Rapaport	Cambridge University Press	1994
16	Libro	Molecular Modeling: The Chemistry of the XXI Century	M.A. Chaer Nascimento	World Scientific	1993



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

QUIMICA SUPRAMOLECULAR

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2955	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para realizar investigación en una nueva área que está revolucionando la ciencia y la tecnología: la Nanotecnología, y en particular la química supramolecular. Al finalizar este curso el alumno tendrá un conocimiento sólido sobre la producción, caracterización y aplicaciones de materiales y dispositivos relacionados con la química supramolecular. Asimismo, se mostrarán aplicaciones recientes de nuevas tecnologías utilizando materiales nanoestructurados que comprenden principalmente moléculas, materiales moleculares, polímeros, cerámicos y metales.

Temas y subtemas

Unidad I. Conceptos básicos.

1. Definición y desarrollo de la química supramolecular
2. ¿Qué es la química supramolecular?
3. Química del huésped-anfitrión
4. Desarrollo. Clasificación de compuestos supramoleculares huésped-anfitrión
5. Receptores, coordinación y la analogía llave-cerradura
6. Los efectos de quelación y macrocíclicos
7. Preorganización y complementariedad
8. Selectividad termodinámica y cinética
9. Interacciones supramoleculares en la naturaleza
10. Diseño supramolecular
11. Problemas de estudio
12. Conclusiones

Unidad II. La química supramolecular de la vida.

1. Cationes de metales alcalinos en bioquímica
2. Porphirinas y macrociclos de tetrapirrol
3. Características supramoleculares de la fotosíntesis en las plantas
4. Absorción y transporte de oxígeno por la hemoglobina
5. Coenzima B12
6. Hormonas y neurotransmisores
7. ADN
8. Autoensamblaje bioquímico
9. Acerca del Viagra
10. Problema de estudio
11. Conclusiones

Unidad III. Anfitriones catiónicos.

1. Introducción
2. Los éteres corona
3. Éteres de Lariat y podandos
4. Criptandos
5. Los esferandos
6. Nomenclatura

7. Comportamiento en solución
8. Propiedades de solubilidad
9. Aplicaciones en solución
10. Selectividad del complejamiento por cationes
11. Efectos macrocíclicos y macrobicíclicos
12. Preorganización y complementariedad
13. Ligandos blandos para iones metálicos blandos
14. Complejado de cationes orgánicos
15. Alcaluros y electruros
16. Los calixarenos
17. Ligandos ácidos y donores de carbonos
18. Los sideróforos
19. Problemas de estudio
20. Experimento pensado
21. Conclusiones

Unidad IV. Anfitriones aniónicos.

1. Introducción
2. Receptores aniónicos biológicos
3. Conceptos en el diseño de anfitriones aniónicos
4. De anfitriones catiónicos a anfitriones aniónicos: un simple cambio de pH
5. Receptores basados en guanidina
6. Receptores organometálicos
7. Receptores neutros
8. Esponja de hidruros y otros quelatos basados en ácidos de Lewis
9. Anticoronas
10. Interacciones de coordinación
11. Problemas de estudio
12. Experimentos pensados
13. Conclusiones

Unidad V. Enlace de moléculas neutras.

1. Introducción
2. Compuestos de clatrato inorgánicos de estado sólido
3. Anfitriones orgánicos de clatrato de estado sólido
4. Complejos intracavidades de moléculas neutras: soluciones y el enlace del estado sólido
5. Química supramolecular de los fullerenos
6. Problemas de estudio
7. Experimento pensado
8. Conclusiones

Unidad VI. Ingeniería de cristales.

1. Introducción
2. Conceptos básicos
3. Predicción de la estructura cristalina
4. La base de datos de estructuras cristalográficas de Cambridge (CCSD)
5. Ingeniería de cristales con redes diamandoides
6. Ingeniería de cristales con enlaces de hidrógeno
7. Enlaces de hidrógeno al monóxido de carbono
8. Enlaces de hidrógeno débiles
9. Enlaces de hidrógeno a metales e hidruros metálicos
10. Apilado π - π
11. Otras interacciones
12. Polímeros de coordinación
13. Estructuras biomiméticas
14. Cristales mixtos
15. Problemas de estudio
16. Experimento pensado
17. Conclusiones

Unidad VII. Autoensamblaje.

1. Introducción
2. Autoensamblaje bioquímico
3. Autoensamblaje en sistemas sintéticos: consideraciones cinéticas y termodinámicas
4. Compuestos de coordinación autoensamblables
5. Autoensamblaje de complejos de enlace de hidrógeno
6. Catenanos y rotaxanos
7. Helicatos
8. Nudos moleculares
9. Sistemas catalíticos y autoreplicantes

10. Problemas de estudio
11. Experimento pensado
12. Conclusiones

Unidad VIII. Dispositivos moleculares.

1. Introducción
2. Fotoquímica supramolecular
3. Información y señales: semioquímica
4. Dispositivos electrónicos moleculares: interruptores, alambres y rectificadores
5. Máquinas basadas en catenanos y rotaxanos
6. Materiales ópticos no lineales
7. Dendrímeros
8. Problemas de estudio
9. Conclusiones

Unidad IX. Imitando a los compuestos biológicos.

1. Introducción
2. Características de las enzimas
3. Ciclodextrinas como imitadores de enzimas
4. Corandos como imitadores de la ATPasa
5. Anfitriones de enlace catiónico como imitadores de transacilasa
6. Metalobiositios
7. Análogos del heme
8. Modelos de vitamina B12
9. Problemas de estudio
10. Experimento pensado
11. Conclusiones

Unidad X. Interfaces líquidas, cristales líquidos y clatratos líquidos.

1. Introducción
2. Orden en líquidos
3. Surfactantes y ordenamiento interfacial
4. Cristales líquidos
5. Naturaleza y estructura
6. Diseño de materiales líquido-cristalinos
7. Polímeros líquido-cristalinos
8. Pantallas líquido-cristalinas
9. Clatratos líquidos
10. Problemas de estudio
11. Conclusiones

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Supramolecular Chemistry	J.W. Steed y J.L. Atwood	John Wiley & Sons	2000
2	Libro	Supramolecular Chemistry	Jean-Marie Lehn	VCH Verlag	1995
3	Libro	Supramolecular Chemistry	P.D. Berk, P.A. Gale and D.K. Smith	Oxford University Press	2003



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

PRODUCCION DE HIDROGENO PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2956	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El estudiante manejará los conceptos básicos de las tecnologías de producción de hidrógeno y su aplicación a las celdas de combustible, tipos de procesos y cuestiones tanto operacionales como de investigación en el área. Además, analizará los fenómenos físicos y químicos de los procesos involucrados con el propósito de que se introduzca en el desarrollo e investigación de nuevos materiales con aplicación en estas áreas tecnológicas emergentes.

Temas y subtemas

1. Introducción
2. Electrolisis del agua y el efecto de la temperatura sobre la energía eléctrica requerida
3. Electrolisis a alta temperatura
4. Electrolisis alcalina
5. Electrolizadores de membrana polimérica (PEM)
6. Procesos termoquímicos y procesos híbridos
7. Aspectos importantes del hidrogeno a partir del gas natural
8. Reformación de vapor
9. Oxidación parcial
10. Craqueo pirolítico
11. Procesos que involucran combustibles volátiles
12. Gasificación de carbón o fracciones pesadas de petróleo
13. Proceso de hierro-vapor de agua
14. Producción de hidrogeno a partir de biomasa
15. El uso general de los catalizadores
16. Métodos fotoquímicos
17. Métodos fotoelectroquímicos
18. Métodos fotobiológicos
19. Costos de producción
20. Análisis de ciclos de vida de un proceso
21. Almacenamiento de hidrogeno

Criterios y procedimientos de evaluacion y acreditacion

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Catalysis Science and Technology	Editors: J. R. Anderson, M. Boudart	Springer Verlag	1984
2	Libro	Heterogeneous Catalysis in Industrial Practice	Charles N.Satterfield	McGraw Hill	1991



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

TECNOLOGIAS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	2957	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El estudiante conocerá y manejará los conceptos básicos de las tecnologías de celdas de combustible, tipos, aplicaciones, funcionamiento, así como componentes desde el punto de vista operacional como de investigación en el área. Además, entenderá los fenómenos físicos y químicos de los procesos involucrados con el propósito de que se introduzca en el desarrollo e investigación de nuevos materiales con aplicación en estas áreas tecnológicas emergentes.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción.

1. Principios básicos de una celda de combustible
2. Historia de la tecnología en celdas de combustible
3. ¿Por qué estudiamos las celdas de combustible?
4. Por que las celdas de combustible son una tecnología emergente
5. ¿Cuáles son las aplicaciones de las celdas de combustible?

Unidad II. Tipos de celdas de combustible básicas.

1. Tipos de celdas de combustible básicas
2. Voltaje y eficiencia a circuito abierto
3. Eficiencia relacionada a presión y concentración
4. Análisis de la ecuación de Nerst
5. Presión parcial de hidrogeno
6. Uso del combustible y oxidante
7. Presión del sistema

Unidad III. Causas de pérdida de voltaje.

1. Terminología
2. Descripciones generales de pérdidas de voltaje
3. Voltajes teóricos iniciales
4. Descripción de las pérdidas operacionales
5. Pérdidas de activación
6. Ecuación de Tafel
7. Maximizando la ecuación de Tafel
8. Crossover de combustible/pérdidas de corriente interna
9. Pérdidas óhmicas
10. Pérdidas por transporte de masa y concentración
11. Conclusión
12. Combinación de todas las pérdidas

Unidad IV. Celdas de combustible tipo alcalinas (AFC).

1. Tipos de electrolitos alcalinos
2. Electrodo para celdas de combustible de electrolitos alcalinos

3.Presiones y temperaturas de operación

Unidad V. Celdas de combustible de carbonato fundido (MCFC).

1. Componentes
2. Investigación y sistemas de MCFC

Unidad VI. Celdas de combustible de electrolito polimérico (PEMFC).

1. Introducción
2. La membrana polimérica
3. Balance de Agua
4. Efectos de Presión
5. Entendiendo las matemáticas involucradas en los efectos de supercarga
6. Conclusión

Unidad VII. Celdas de combustible de metanol directo (DMFC).

- 1.Introducción
- 2.Descripción de operación
- 3.Descripciones de pérdidas de voltaje
- 4.Conclusión

Unidad VIII. Celdas de combustible de ácido fosfórico sólidos (PAFC).

- 1.El electrolito
- 2.Electrodos y catalizadores
- 3.El stack
- 4.El stack de enfriamiento y manifold
- 5.Presión de operación
- 6.Efectos de temperatura
- 7.Investigación y desarrollo

Unidad IX. Celdas de combustible de óxidos sólidos (SOFC).

1. Introducción
2. Configuraciones
3. Componentes de la celda
4. Técnicas de manufactura
5. Rendimiento
6. Conclusión

Unidad X. Investigación y aplicaciones de las celdas de combustible.

1. Componentes de los sistemas de celdas de combustible
2. El hidrogeno y su obtención

Unidad XI. Las celdas de combustible PEM en aplicaciones automotrices.

1. Métodos de manufactura
2. Celdas de combustible portables

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL
1	Libro	Introduction to Fuel Cell Technology	Chris Rayment, Scott Sherwin	Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Notre Dame
2	Manual	Fuel Cell Handbook	U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy	National Energy Technology Laboratory Notre Dame



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

CELDAS SOLARES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Capacitar al Estudiante en la teoría, historia y elaboración de celdas solares en el contexto del desarrollo Científico de frontera. Los Objetivos Específicos del curso son:

- Fundamentos de las Celdas Solares, Energía Solar, Marco Histórico, Efecto Fotoeléctrico, Fotosíntesis, etc.
- Celdas Solares de Silicio, Principios de los Semiconductores, otros tipos de Celdas Solares.
- Elaboración de dos Celdas Solares.

Temas y subtemas

Unidad I. Fundamentos de las Celdas Solares

- Energía Solar
- Marco Histórico y Problemas económicos por la Energía
- Fotones, Electrones y Efecto Fotoeléctrico
- Fotosíntesis
- Efecto Fotovoltaico

Unidad II. Celdas Solares

- Conversión de Radiación Térmica en Energía Química
- Conversión de Energía Química en Energía Eléctrica
- Estructura básica de las Celdas Solares
- Principios de los Semiconductores
- Celdas Solares de Silicio
- Celdas de Heterouniones Semiconductoras
- Celdas Solares de colorantes
- Celdas Solares Flexibles
- Celdas Solares Tandem
- Otras configuraciones de Celdas Solares
- Eficiencia de las Celdas Solares

Unidad III. Elaboración de dos Celdas Solares.

- Celda Solar Metal/ PbS / CdS / ITO / Vidrio
- Caracterización Eléctrica voltaje y corriente
- Celda Solar Plata/ PbS / CdS / ITO/ Acetato
- Caracterización de Foto- respuesta
- Otras (Opcional)

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El Docente se responsabiliza de exponer de forma oral todos y cada uno de los temas y subtemas del programa, los estudiantes intervendrán siendo respaldados por el docente según lo requiera tanto en intervenciones y exposiciones. La modalidad de evaluación será: exámenes orales (100%) y exposiciones complementarias y elaboración de prácticas no incluidas en el tema VI.

Bibliografía

TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Physics Of Solar Cells, From Principles to New Concepts	Peter Würfel	WILEY-VCH	2005
2	Flexible Solar Cells	Mario Pagliaro, Giovanni Palmisano, and Rosaria Ciriminna	WILEY-VCH	2008



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

CRISTALIZACIÓN DEL VIDRIO

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El estudiante conocerá el proceso en virtud del cual, a partir de una fase estructuralmente desordenada, se forma una fase sólida estable, con una ordenación geométrica regular. Para ello el estudiante identificará los procesos de fabricación de materiales amorfos y será capaz de transformar los materiales, desvitrificándolos mediante los mecanismos de nucleación para inducir el crecimiento de cristales. El alumno también analizará como a partir de la variación de la composición química y los tratamientos térmicos puede generar nuevos materiales con propiedades diversas, para el desarrollo de nuevos dispositivos

Temas y subtemas

Unidad I. El Estado Amorfo

1. Características del estado amorfo
2. Etimología y definición
3. Polarización iónica
4. Coordinación Iónica
5. La Unidad básica estructural de materiales amorfos (vidrios).

Unidad II. Modelos estructurales

1. Modelo del retículo al azar
2. Hipótesis de los cristalitos
3. Primeros estudios por difracción de rayos X
4. Teorías basadas en la formación de agrupamientos atomísticos
 - 4.1 Teoría de los estructones
 - 4.2 Teoría de los vitrones
 - 4.3 Teoría polímero cristalítica

Unidad III. Separación de Fase

1. Termodinámica de la separación de fase
2. Cinética de la separación de fase

Unidad IV. Desvitrificación

1. Definición
2. Nucleación
 - 2.1 Nucleación homogénea
 - 2.2 Nucleación heterogénea
3. Crecimiento de cristales
 - 3.1 Velocidad de crecimiento
 - 3.2 Crecimiento por nucleación superficial
4. Consideraciones cinéticas sobre la formación de vidrio
5. Desvitrificación controlada

Unidad V. Vitrocerámicos

1. Definición
2. Procesamiento de los vitrocerámicos
3. Propiedades mecánicas
4. Propiedades Térmicas
5. Aplicaciones

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA L	AÑO
1	Libro	El vidrio	Jose Maria Fernandez Navarro	CSIC	2003
2	Libro	Glass Science	Robert H. Doremus	Wiley	1994
3	Libro	Fundamental of Inorganic Glasses	Arun K. Varshneya	Academic Press	1994



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FÍSICA DE MATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Capacitar al Estudiante a identificar, diseñar, sintetizar y aplicar los diversos materiales en término de sus propiedades físicas y químicas. Objetivos Específicos del curso:

- a) Algunas clasificaciones en materiales; metales, semiconductores, polímeros, nanomateriales, etc.
- b) Propiedades de los materiales, estudiar y comparar propiedades ópticas, eléctricas, estructurales, etc.
- c) Métodos de elaboración de materiales, repasar algunos de los métodos más comunes o más utilizados de los materiales en la actualidad.

Temas y subtemas

Unidad I. Algunas clasificaciones en materiales:

1. Estado de la Materia
2. Metales
3. Aleaciones
4. Semiconductores
5. Polímeros
6. Compositos
7. Materiales Nanoestructurados
8. Nanomateriales, etc.

Unidad II. Enlace Químico

1. Enlace iónico
2. Enlace Covalente
3. Enlace Metálico
4. Materiales cristalinos y amorfos
5. Fundamento de Teoría de bandas

Unidad III- Propiedades de los materiales

1. Estudiar y comparar propiedades ópticas
2. Propiedades Eléctricas
3. Propiedades Estructurales
4. Propiedades Mecánicas
5. Comportamientos Nanoestructurados

Unidad IV-Métodos de elaboración de materiales

1. Evaporación térmica en vacío
2. Deposito por láser pulsado (PLD, ablación laser)
3. Chemical vapor deposition (CVD)
4. Molecular Beam Epitaxy (MBE)
5. Chemical Bath Deposition (CBD)
6. Spin Coating

7. Sputtering
8. Spray Pyrolysis
9. Recristalización
10. Sol-Gel

Unidad V- Técnicas de Caracterización

1. Difracción de Rayos X
2. Absorción Óptica, Transmisión y Reflexión
3. XPS
4. TEM
5. SEM
6. AFM
7. Espectroscopia RAMAN
8. IR
9. Fotoluminiscencia

Unidad VI-Prácticas de Síntesis de Materiales

1. Monolito de dióxido de silicio por Sol-Gel
2. Película delgada de CdS por CBD
3. Películas de cobre o aluminio por evaporación térmica en vacío
4. Nanopartículas de Sulfuro de Molibdeno en suspensión
5. Otros.

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El Docente se responsabiliza de exponer de forma oral todos y cada uno de los temas y subtemas del programa, los estudiantes intervendrán siendo respaldados por el docente según lo requiera tanto en intervenciones y exposiciones. El modo de evaluación será: exámenes orales (100%) y exposiciones complementarias y elaboración de prácticas no incluidas en el tema VI.

Bibliografía

TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
	Chemistry and Physics of Materials: Processing, Production and Applications	Jimsher N.Aneli, Alfonso Jimenez, Stefan Kubica	Apple Academic Press	2013
	Fundamentals of Semiconductors Physics and Materials Properties	Peter Y. Yu, Manuel Cardona. Springer		1997



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MECÁNICA CUÁNTICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Adquirir herramientas teórico-prácticas necesarias para comprender con profundidad y extensión temas específicos de la mecánica cuántica avanzada. Se espera que al final de este el alumno comprenda algunos fenómenos descritos usando la descripción corpuscular de la luz, así como también los elementos de la interacción de la radiación con la materia.

Objetivos específicos:

- Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas en contextos multidisciplinarios
- Obtener la capacidad de enfrentarse a la complejidad de formular juicios de acuerdo a la información recibida
- Poseer las herramientas necesarias para comunicar sus conclusiones, además de adquirir habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de modo autónomo.

Temas y subtemas

- El átomo
- Molécula diatómica
- Moléculas poliatómicas
- Adición de momentos angulares
- Técnicas de aproximación
- Espectros atómicos y estructura atómica
- Estructura atómica y molecular
- Teoría cuántica de la dispersión
- Introducción a la teoría cuántica del campo electromagnético.
- Introducción a la Mecánica Cuántica Relativista

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Clases de teoría o problemas, incluyendo clases de resolución de los problemas y cuestiones planteadas durante las clases. Además de ejercicios/problemas a elaborar el alumno consultando las fuentes que estime conveniente. De igual forma se llevarán a cabo tutorías extra clase sobre los contenidos fundamentales del curso. La metodología de evaluación será continua con asistencia y participación en el curso presencial, elaboración de ejercicios y problemas sobre el desarrollo de la teoría. Presentaciones orales con evaluación del conocimiento (100%).

Bibliografía

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Quantum Mechanics (Fundamentals)	K. Gottfried, T.M. Yan	2nd Ed. Springer	2004

2	Quantum Mechanics (Non-relativistic Theory). Course of Theoretical Physics Volume 3	L.D. Landau and E.M. Lifshitz	Butterworth Heinemann	2003
3	Mecánica Cuántica	A. Messiah,	Ed. Tecnos	1975
4	Modern Quantum Mechanics	Levrotto & Bella 1990. J.J. Sakurai,.	Modern Quantum Mechanics	1994
5	Advanced Quantum Mechanics	J.J. Sakurai,	Addison- Wesley.	1967.
6	Mecánica Cuántica (Relativista).	F.J. Yndurain,	Alianza Editorial	1988-9



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

BIOFÍSICA APLICADA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	1125 y 1126	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno manejará los principios biofísicos y químicos para aplicarlos a la resolución de en áreas como Medicina, Biología Molecular, Neurociencias, etc. Para ello, hará uso de las herramientas y modelos de la Física para formular protocolos de solución de problemas biológicos.

Temas y subtemas

Unidad I. Surfactantes

1. Tensión superficial e interfacial
2. Potencial químico
3. Efecto hidrofóbico
4. Fuerzas intermoleculares
5. Surfactantes artificiales: neutros y cargados
6. Solubilidad

Unidad II. Autoensamblado de moléculas surfactantes

1. Fenómeno de autoensamblado
2. Modelo geométrico de formación de estructuras
3. Termodinámica de autoensamblado
4. Concentración micelar crítica
5. Micelas, liposomas y fases de bicapas
6. Diagramas de fases
7. Técnicas de caracterización de fases

Unidad III. Micelas

1. Encapsulado de fármacos en micelas
2. Micelas neutras
3. Micelas cargadas
4. Micelas recubiertas con polímero
5. Método de capa por capa (layer by layer)
6. Micelas de polímero
7. Métodos de caracterización de micelas

Unidad IV. Liposomas

1. Liposomas esféricos
2. Métodos de preparación de liposomas
3. Liposomas como modelo biológico
4. Aparato de Golgi
5. Sinapsis
6. Encapsulado de fármacos en liposomas

7. Ventajas y desventajas del uso de liposomas

Unidad V. Viroomas

1. Clasificación de viroomas
2. Ventajas y desventajas del uso de viroomas
3. Biofísica de viroomas
4. Aplicación de viroomas

Unidad VI. Péptidos

1. Péptidos importantes en células
2. Difusión confinada
3. Uso de péptidos en medicina
4. Enfermedad de Chagas
5. Alzheimer
6. Péptidos CPP
7. Péptidos antibacteriales
8. Peptidosomas

Unidad VII. Nanopartículas

1. Uso de nanopartículas magnéticas en medicina
2. Nanopartículas fluorescentes
3. Nanopartículas en inmunología
4. Nanopartículas y polímeros biocompatibles
5. Bionanosensores

Unidad VIII. Partículas Janus

1. Clasificación
2. Biofísica de partículas Janus
3. Métodos de preparación
4. Partículas Janus y membranas

Unidad IX. Biomimética

1. Bases de la biomimética
2. Biomimética en superficies
3. Superficies superhidrófobas naturales
4. Fluorescencia en biomimética
5. Adhesión
6. Motores moleculares

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: exámenes escritos, exposiciones por parte del alumno (revisión de artículos científicos de actualidad, ensayos escritos, exposición de temas), análisis de casos y tareas. Exámenes escritos: 50%; Exposiciones y tareas: 50%

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA L	AÑO
1	Libro	Intermolecular & Surface Forces Third Edition	Israelachvili J.	Elsevier	2011
2	Libro	Applied Biophysics A Molecular Approach for Physical Scientists	Waigh T. A.	Jhon Wiley & Sons	2007
3	Libro	Membrane Interacting Peptides and Proteins	Frédéric Heitz, Editor	Research Signpost	2002
4	Libro	Encapsulation Nanotechnologies	Vital Michas, Editor	Wiley & Sons	2013

5	Libro	Bioadhesion and Biomimetics From Nature to Applications	Havazelet Bianco-Peled Y Maya Davidovich- Pinhas, editores	CRC Press	2015
6	Libro	Biomimetics: A Molecular Perspective	Raz Jelinek	Walter de Gruyter, GmbH	2013
7	Libro electrónico	Handbook of Biomimetics and Bioinspiration	Jabari I., Kim D.- H. y Lee L. P., Editores	World Scientific Publishing	2014



Universidad de Sonora
División de Ciencia e Ingeniería
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
Posgrado en Nanotecnología

FARMACOLOGIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno manejará y comprenderá los fundamentos básicos y los términos más utilizados de la farmacología, los mecanismos acción, los efectos tóxicos y terapéuticos de los fármacos

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a la farmacología

1. Términos esenciales en farmacología
2. Breve historia de la farmacología

Unidad II. Sitios de acción de los fármacos

1. Base celular de la farmacocinética
2. Adsorción y rutas de administración de fármacos
3. Distribución y eliminación
4. Interacción farmacológica
5. Metabolismo
6. Control de la concentración del fármaco en plasma

Unidad III. Receptores y señales de transducción

1. Interacción fármaco-receptor
2. Receptores y modulación de su respuesta
3. Adaptación a la respuesta del fármaco y farmacodependencia
4. Modulación farmacológica de la modificación postransducional
5. Homeostasis del calcio intracelular
6. Farmacología de las quinasas
7. Proteína G
8. Integración de la traducción intracelular señal-receptor

Unidad IV. Clase de receptores.

1. Canales iónicos
2. Receptores acoplados a proteína G
3. Receptores de factores de crecimiento
4. Receptores de citosinas
5. Receptores de moléculas de adhesión
6. Receptores de citosinas solubles y anticuerpos monoclonales

Unidad V. Modulación de la expresión genética.

1. Farmacología de la transcripción
2. Farmacogénesis y terapia personalizada
3. Receptores intracelulares
4. Moléculas de RNA como fármaco: De RNA de interferencia a aptámeros

Unidad VI. Clase de receptores.

1. Canales iónicos
2. Receptores acoplados a proteína G
3. Receptores de factores de crecimiento
4. Receptores de citosinas
5. Receptores de moléculas de adhesión
6. Receptores de citosinas solubles y anticuerpos monoclonales

Unidad VII. Medicina regenerativa.

1. Medicina regenerativa y terapia génica

Unidad VIII. Control del ciclo celular y proliferación celular.

1. Ciclo celular y muerte celular
2. Mecanismos de acción de fármacos antitumorales

Unidad IX. Control del metabolismo celular.

1. Estrés oxidativo de la mitocondria y daño celular: perspectiva farmacológica
2. Control farmacológico en la síntesis de lípidos
3. Transporte de glucosa y control farmacológico del metabolismo de la glucosa

Unidad X. Farmacología del proceso de defensa.

1. Modulación farmacológica del sistema inmune
2. Mecanismo de acción de fármacos anti-infecciosos

Unidad XI. Toxicología de fármacos.

1. Introducción a la toxicología
2. Interacción de fármacos

Unidad XII. Desarrollo de fármacos.

1. Investigaciones preclínicas y desarrollo de nuevos fármacos
2. Metabolismo del fármaco en la farmacocinética y desarrollo de fármacos
3. Desarrollo clínico de nuevos fármacos y metodologías de tratamiento

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA L	AÑO
1	Libro	General and Molecular Pharmacology: Principles of Drug Action	Francesco Clementi, Guido Fumagalli	Wiley	2015
2	Libro	Basic Pharmacokinetics and Pharmacodynamics: An Integrated Textbook and Computer Simulations	Sara E. Rosenbaum	Wiley	2016
3	Libro	Introduction to Pharmacology	Mannfred A. Hollinger		2002



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

INTERACCIÓN RADIACIÓN MATERIA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El objetivo de esta materia es lograr que el estudiante adquiera los conocimientos introductorios del estudio de la interacción de radiación láser pulsada con sistemas moleculares. Al finalizar el curso el estudiante:

- a) Conocerá y aplicará métodos numéricos para el estudio de la evolución cuántica de un sistema interactuando con uno o varios pulsos de radiación láser.
- b) Construirá interferogramas de emisión, mediante el empleo de la técnica de paquetes de onda, y con base en la población de los estados moleculares.

Temas y subtemas

- 1. Introducción.
- 2. Dinámica de un paquete de ondas.
- 3. Interacción con un pulso láser
- 4. Análisis numérico de la dinámica de un paquete de ondas
- 5. Representación discreta de la función de onda
- 6. Esquemas de propagación
- 7. Construcción de espectros de emisión.

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Por la forma de esta asignatura se sugiere que sea evaluada considerando el trabajo desarrollado por el alumno durante el curso, tanto en las clases como en el taller; así como también por la presentación del trabajo final y exposición realizada, dejando a criterio del profesor la ponderación entre ambos rubros.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Quantum Mechanics	Eugene Merzbacher	Wiley	1998
2	Libro	Principles of the quantum control of molecular processes	Moshe Shapiro, Paul Brumer	Wiley	2003
3	Libro	Optical control of molecular dynamics	Stuart A. Rice, Meishan Zhao	Wiley	2000

4	Libro	The Art of Scientific Computing	Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling	Cambridge University Press	1992
---	-------	---------------------------------	---	-------------------------------	------



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

NANOCOMPÓSITOS Y MATERIALES HÍBRIDOS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Proporcionar al alumno los conocimientos y herramientas necesarias para realizar investigación en una de las áreas de las nanociencias en constante desarrollo. Al finalizar el curso, el alumno conocerá los diferentes tipos de nanocompuestos y materiales híbridos, así como sus propiedades y las técnicas de síntesis más importantes para la obtención de los mismos. Además, se mostrarán las aplicaciones recientes en campos como la nanobiotecnología, electrónica, óptica, almacenamiento de energía, mecánica, catálisis, etc., de los materiales híbridos y nanocompuestos conformados principalmente por moléculas, polímeros, cerámicos y metales.

Temas y subtemas

Unidad I. Nanocompuestos de metales y cerámicos.

1. Nanocompuestos metal-cerámico
2. Métodos de procesamiento
3. Nanocompuestos de matriz metálica
4. Nanocompuestos cerámicos
5. Recubrimientos y películas
6. Nanocompuestos basados en nanotubos de carbono
7. Nanocompuestos Funcionales de baja dimensionalidad
8. Aplicaciones ópticas
9. Aplicaciones eléctricas
10. Membranas y estructuras nanoporosas

Unidad II. Nanocompuestos de base o relleno polimérico

1. Rellenos a nanoescala
2. Interfaces polímero/relleno inorgánico
3. Procesamiento de Nanocompuestos poliméricos
4. Propiedades de los nanocompuestos

Unidad III. Nanobiocompuestos

1. Nanocompuestos naturales
2. Nanocompuestos sintéticos derivados de estructuras biológicas
3. Nanocompuestos inspirados biológicamente.

Unidad IV. Materiales híbridos orgánico-inorgánicos

1. Introducción
2. Tipos de híbridos orgánico-inorgánicos y su clasificación
3. Funciones y dispositivos basados en sólidos orgánico-inorgánicos

Unidad V. Híbridos basados en silsesquioxanos.

1. Silsesquioxanos oligoméricos poliédricos (POSS)
2. Metalación y síntesis por Sol-gel de grupos enlazantes
3. Influencia del grupo enlazante en las nanoestructuras
4. Estabilidad térmica y propiedades mecánicas
5. Propiedades químicas

6. Aplicaciones

Unidad VI. Híbridos orgánico-inorgánicos porosos

1. Formación de redes inorgánicas
2. Preparación y propiedades
3. Métodos de introducción de grupos orgánicos a materiales inorgánicos
4. Funcionalización de materiales inorgánicos porosos por grupos orgánicos

Unidad VII. Propiedades ópticas de nanocompuestos híbridos orgánico-inorgánicos

1. Híbridos para láseres colorantes
2. Híbridos electroluminiscentes
3. Propiedades ópticas de híbridos dopados con lantánidos
4. Encapsulación de nano-fósforos dentro de materiales híbridos
5. Híbridos con propiedades fotocromáticas
6. Óptica no-lineal
7. Sensores ópticos

Unidad VIII. Materiales híbridos multifuncionales

1. Híbridos basados en polímeros conductores
2. Híbridos laminados para aplicaciones magnéticas
3. Aplicaciones Electrónicas
4. Híbridos Bioactivos

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nanocomposite Science and Technology	P. M. Ajayan, L. S. Schadler and P.K. Braun	Wiley	2003
2	Libro	Functional Hybrid Materials	P. Gómez-Romero and Clément Sanchez	Wiley	2003
3	Libro	Sol-Gel Nanocomposites	M. Guglielmi, G. Kickelbick and A. Martucci	Springer	2014



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

NANODISPOSITIVOS ELECTRONICOS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno asimilara el funcionamiento de los nanodispositivos electrónicos y su incursión de la electrónica en todas las áreas de la ingeniería. Sera capaz de entender la subdivisión de los nanodispositivos electrónicos en sus tres grandes áreas, que son las de dispositivos semiconductores o de estado sólido; la de dispositivos al vacío y la de dispositivos gaseosos. A partir de sus fundamentos físicos y electrónicos que permitan comprender el funcionamiento de los nanodispositivos electrónicos.

Temas y subtemas

Unidad I. Transistores de efecto de campo.

1. Transistor de efecto de campo de unión (FET de la unión)
2. Conducción en una barra semiconductor.
3. Características eléctricas.
4. Características generales o parámetros generales
5. Transistor de efecto de campo metal-oxido-semiconductor (MOS-FET)
6. Estructura fundamental.
7. Análisis del transistor.
8. Curvas características estáticas.
9. Características y limitaciones.

Unidad II. Transistor monounion

1. Construcción del transistor.
2. Teoría de operación.
3. Símbolo.
4. Características y limitaciones

Unidad III. Dispositivos de cuatro capas o mas capas

1. Analogía con dos transistores de un dispositivo de cuatro capas.
2. Diodo controlado de silicio (SCR)
3. TRIAC
4. DIAC
5. Diodo interruptor bilateral.
6. Interruptor de silicio inilaterales y bilaterales (SUS, SBS)
7. Interruptor controlado por compuerta (GTO)

Unidad IV. Dispositivos optoelectrónicos de estado sólido

1. Celdas fotoconductoras (fotoreesistivas)
2. Foto-diodo.
3. Diodos emisores de luz (LED).
4. Foto-transistor.
5. LASCR.

Unidad V. Emisión electrónica en sólidos

1. Emisión termoiónica
2. Emisión por campo.
3. Emisión secundaria.
4. Fotoemisión.

Unidad VI. Dispositivos al vacío

1. Diodo al vacío.
2. Triodo al vacío.
3. Tetrodo
4. Pentodo
5. Foto-tubos.

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Physics of semiconductor devices	SEVIN, LEONCE J. Jr	Wiley	
2	Libro	Electrónica de los semiconductores	ANKUN, PAUL D	Prentice hall International	1974
3	Libro	Photoelectronics material and devices	LARACH, SIMON	Van Nostrand Co. Inc.	1965
4	Libro	Photoelectronic devices	DANCE, J. B	London Iliffe Books Ltd	1969



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

NANOTECNOLOGÍA EN LA ADMINISTRACIÓN DE COMPUESTOS ACTIVOS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno manejará los fundamentos básicos de la administración de compuestos activos usando nanotecnología, entendiendo los principios físico-químicos e interacciones que se desarrollan. Analizará las características de diferentes nanoestructuras con aplicaciones en la administración de compuestos activos. El alumno analizará los factores que afectan la farmacocinética de los sistemas nanoestructurados, así como la administración controlada y específica de compuestos activos y aplicaciones de estos.

Temas y subtemas

1. Principios físico-químicos de los sistemas nanoestructurados para la administración de compuestos activos
2. Síntesis de nanopartículas usando polímeros naturales y sintéticos para la administración de compuestos activos
3. Nanotubos, nanolambres, nanofibras y fullerenos para la administración de compuestos activos
4. Carga de compuestos activos y la liberación in vitro de sistemas nanoestructurados para la administración de compuestos activos
5. Biosensores basados en nanotecnología de la administración de fármacos
6. Requerimientos biológicos para aplicaciones nanoterapéuticas
7. Factores que afectan la farmacocinética de sistemas nanoestructurados
8. Liberación controlada de compuestos activos de nanoestructuras
9. Sistemas para la administración específica de compuestos activos
10. Nanotecnología para quimioterapia en cáncer
11. Nanotecnología para la administración de vacunas en cáncer
12. Nanotecnología sensible a estímulos para la administración de compuestos activos

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nanotechnology in Drug Delivery	M.M. de Villiers, P. Aramwit, G.S. Kwon	Springer	2009
2	Libro	Colloids in Drug Delivery	Monzer Fanun	CRC Press	2010
3	Libro	Nanoparticulate Drug Delivery Systems	Deepak Thassu, Michel Deleers, Yashwant Pathak	Informa Healthcara USA, Inc.	2007

4	Libro	Drug Delivery Nanoparticles Formulation and Characterization	Yashwant Pathak, Deepak Thassu	Informa Healthcara USA, Inc.	2009
5	Artículo	Literatura variada de artículos científicos			



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

POLÍMEROS E INTERFACES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno manejará los fundamentos de la ciencia y tecnología de Polímeros en solución, en interacción con superficies e interfaces. El alumno aplicará estos conocimientos en casos industriales y estudios en bionanotecnología.

Temas y subtemas

Unidad I. Interacciones intermoleculares

1. Fuerzas de van der Waals
2. Fuerzas electrostáticas
3. Fuerzas estéricas y de depleción
4. Enlaces covalentes y puentes de hidrógeno

Unidad II. Fenómenos en la interface

1. Tensión superficial y Energía Superficial
2. Tensión interfacial
3. Mojado de superficies
4. Tensión superficial de polímeros
5. Superficies poliméricas
6. Brochas y hongos de polímero
7. Dinámica de polímeros en la interface

Unidad III. Polímeros en solución

1. Efecto de solventes en soluciones poliméricas
2. Solubilidad de polímeros
3. Soluciones diluidas y semi diluidas.
4. Polímeros en "buen", "malo" y "teta" solvente
5. Polielectrolitos
6. Longitud de persistencia electrostática
7. Geles poliméricos

Unidad IV. Polímeros en superficie

1. Adsorción de polímeros
2. Adsorción en superficies hidrófilas
3. Adsorción en superficies hidrófobas
4. Polímeros y surfactantes
5. Polímeros en interfaces biológicas
6. AFM aplicada a interfaces poliméricas

Unidad V. Reología de polímeros

1. Fluidos newtonianos y no newtonianos
2. Respuesta de soluciones poliméricas al esfuerzo
3. Tiempo de relajación fundamental
4. Viscosidad de soluciones poliméricas diluidas
5. Dependencia de la frecuencia
6. Viscoelasticidad
7. Coeficiente de fricción en interfaces poliméricas

Unidad VI. Polímeros biológicos y biocompatibles

1. Aminoácidos como monómeros
2. Péptidos y Proteínas
3. Polímeros biocompatibles
4. Plegamiento de proteínas
5. Simulación computacional del plegado de proteínas
6. Proteínas y péptidos en interacción con membranas y superficies
7. Caracterización experimental de sistemas con polímeros biológicos
8. Simulación por Dinámica Molecular y Browniana
9. Simulación por Dinámica Disipativa de Partícula (DPD)

Unidad VII. Sistemas Polímero – Nanopartícula

1. Compatibilidad de polímeros con nanopartículas
2. Recubrimiento de nanopartículas
3. Recubrimiento capa por capa (layer by layer)
4. Nanopartículas recubiertas con copolímeros
5. Partículas Janus
6. Aplicaciones industriales
7. Aplicaciones médicas y biológicas

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación:

Exámenes escritos, exposiciones por parte del alumno (revisión de artículos científicos de actualidad, ensayos escritos, exposición de temas), análisis de casos y tareas. Exámenes escritos: 50%; Exposiciones y tareas: 50%

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Scaling concepts in polymer physics.	De Gennes P. G.	Cornell University Press	1979
2	Libro	The physics of polymers. Concepts for Understanding Their Structures and Behavior, Third Revised and Expanded Edition.	Strobl G.	Springer NY	2007.
3	Libro	Surfactants and Polymers in Aqueous solutions.	Holmberg K., Jönsson B., Kronberg B. and Lindman B.	Jhon Wiley & Sons	2002
4	Libro	Colloids and Interfaces with Surfactants and Polymers Second Edition	Goodwin J.	Jhon Wiley & Sons	2009
5	Libro	Polymers at Surfaces and Interfaces	Jones R. A. L. and Richards L. W.	Cambridge University Press	1999



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

QUÍMICA DEL ESTADO SÓLIDO

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El objetivo general de este curso es que el estudiante adquiera un criterio cualitativo para distinguir entre materiales con propiedades metálicas y aislantes, así como explicar el esquema de clasificación más riguroso de bandas de energía llenas y parcialmente llenas. Además describirá las energías de cohesión y las fuerzas que participan para la formación de cada tipo de sólido. Estudiar la clasificación de sólidos en base a orbitales atómicos y su tratamiento en el modelo de enlace fuerte para determinar los niveles de energía asociado a los diferentes materiales y Estudiar las energías de cohesión y las fuerzas que permiten la formación de los sólidos

Temas y subtemas

1. Estructura atómica y tabla periódica
2. Generalidades de la teoría de tight binding
3. Elementos de estructura de bandas
4. Cristales iónicos, covalentes y moleculares
5. Radio iónico
6. Cristales halogenuros alcalinos
7. Compuestos ii-vi y iii-v
8. Metales
9. Energía de cohesión

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Como parte de las estrategias didácticas se sugiere considerar: exposición en clase por profesor y alumnos; lecturas dirigidas, aprendizaje basado en resolución de problemas, discusión coordinada de temas de interés. Como parte de las estrategias para la evaluación se sugiere promover la participación en clase y la formación de equipos de trabajo, trabajos de investigación y tareas.

Bibliografía

	TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Concise Inorganic Chemistry	J.D. Lee.	Chapman and Hall	1996
2	Libro	Química del Estado Sólido: Una introducción	L. Smart y E. Moore	Adisson-Wesley Iberoamericana	1995
3	Libro	Solid State Physics	Neil W. Ashcroft and N.	Harcourt College Publishers	1976



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FOTÓNICA BIOMÉDICA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:		
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Proporcionar al alumno los conocimientos básicos de la fotónica biomédica, brindando una visión general de los diferentes aspectos de esta materia en el contexto de investigaciones recientes. El objetivo específico es dar una introducción completa sobre las aplicaciones de la interacción de la radiación con nanomateriales en sistemas biológicos y en medicina, particularmente para sus aplicaciones en terapia fototérmica.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a la fotónica

1. Introducción a la óptica geométrica e instrumentación.
2. Introducción a la óptica física.

Unidad II. Propiedades ópticas de tejidos biológicos

1. Propiedades ópticas fundamentales: refracción, esparcimiento y absorción.
2. Transporte de luz en tejidos: modelo de transporte radiativo, soluciones analíticas en casos límite, aproximaciones numéricas.
3. Aproximación de difusión.

Unidad III. Interacción de la radiación óptica con material biológico

1. Interacciones de la luz en medios turbios (tejido biológico).
2. Interacciones optotérmicas.

Unidad IV. Técnicas para formación de imágenes médicas

1. Rayos X, tomografía computarizada y mamografía.
2. Resonancia magnética nuclear.
3. Medicina nuclear.
4. Tomografía por emisión de positrones
5. Nanopartículas en formación de imágenes médicas.

Unidad V. Introducción a la terapia fototérmica

1. Propiedades ópticas de las nanopartículas.
2. Generación de plasmones superficiales.
3. Aplicaciones terapéuticas.

Unidad VI. Nanopartículas para terapia fototérmica

1. Mecanismos de calentamiento.
2. Mecanismos de muerte celular.
3. Síntesis y morfología.
4. Tratamientos in vivo e in vitro.

Bibliografía

TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Biomedical Photonics Handbook	Tuan Vo-Dinh	CRC Press	2003
2	The Biomedical Engineering Handbook	Joseph D. Bronzino	CRC Press	2000



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

INTRODUCCION AL ESTADO SOLIDO

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:	323	
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	5	
Créditos:	10	

Objetivo específico:

Esta materia optativa es una introducción acerca de las ideas teóricas que permiten explicar mediante modelos, conceptos, métodos, aproximaciones y aplicaciones básicas las propiedades fundamentales de los cristales; Durante el curso se presenta la visión y bases necesarias para el estudio de los sólidos, con el apoyo para su comprensión del conocimientos de la Mecánica Cuántica y la Física Estadística, que permiten comprender la correlación entre las propiedades físicas macroscópicas y las características microscópicas de los cristales, aunado con el papel de la simetría

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción al Estado Sólido

Unidad II. Generalidades del curso de estado sólido

1. ¿Qué es la física del estado sólido?
2. ¿Por qué estudiamos la física del estado sólido?

Unidad III. Los materiales y los métodos del estado sólido

1. Los fenómenos físicos y los materiales
2. Los elementos de la tabla periódica
3. Enlaces cristalinos y la distribución de carga de valencia
4. Cristales: sistema de átomos
5. Aproximación adiabática
6. Teorema de Bloch

Unidad IV. Estructuras cristalinas

1. Red cristalina. Simetrías de translación
2. Red recíproca y sus propiedades
3. Reducción a una zona de Brillouin
4. Condiciones de Frontera
5. Densidad de estados
6. La ley de Bragg.
7. Condición de Laue.
8. Reglas de selección.

Unidad V. Estados electrónicos

1. Modelo de electrón libre.
2. Drude vs. Sommerfeld
3. Aproximación de electrones en un potencial periódico y Concepto de bandas de energía.
4. Condición de Bloch.
5. Aproximación de electrones "casi" libres
6. Aproximación de electrones fuertemente ligados.
7. Otros métodos de aproximación

8. Tipos de sólidos de acuerdo a la teoría de bandas de energía.
9. Metales, semimetales, aislantes y semiconductores.
10. Conductividad eléctrica y térmica en metales.
11. Efecto Seebeck.
12. Semiconductores puros y dopados, tipo n o p.
13. Dinámica de electrones.
14. Aproximación semiclásica.
15. Masa efectiva
16. Huecos
17. Interacción electrón-hueco.
18. Efecto Hall.
19. Magnetorresistencia.
20. Superficies de Fermi.
21. Orbitas abiertas y cerradas
22. Relación de dispersión energía vs. Vector de onda.
23. Densidad de estados.
24. Singularidades de Van Hove.
25. Calor específico.
26. Aproximación de Sommerfeld.

Unidad VI. Dinámica de las redes cristalinas6.

1. Aproximación armónica: cuántico vs. clásico: Fonones vs. Modos normales de vibración de la red cristalina.
2. Relación de dispersión , frecuencia vs. Vector de onda
3. Propiedades de las ondas de la red
4. Modos ópticos y acústicos
5. Espectro de Fonote y densidad de estados.
6. Singularidades de Van Hove. Estadística de Bosé- Einstein
7. Calor específico.
8. Aproximación armónica, Debye y Einstein.
9. Difracción por un cristal, con vibraciones de red.
10. Interacción fonón-fonón
11. Anarmonicidad y expansión térmica.
12. Conductividad térmica de fonones.
13. Procesos normales y “Umklapp”. Reglas de selección.

Unidad VII. Estado Sólido y nanotecnología

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA L	AÑO
1	Libro	, Introduction to Solid State Physics.	Kittel C.	Wiley N. Y.	1996
2	Libro	Física de los Sólidos	F. C. Brown	Reverté Barcelona	1974
3	Libro	Solid State Physics	Ashcroft, N. D. Mermin	W. B. Saunders Co.	1976
4	Libro (s)	Otro (s) según disponibilidad			



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

MICROSCOPIA EN NANOTECNOLOGÍA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguna	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	2
Créditos:	10	

Objetivo específico:

El alumno manejará los conceptos básicos de la microscopía, entendiendo los fundamentos de los diferentes tipos de microscopías: microscopía Confocal, microscopías de campo cercano (SPM, STM, AFM, MFM y SNOM) y las microscopías de electrones. El alumno tendrá la capacidad de preparar muestras de nanomateriales para microscopía electrónica, obtención de imágenes y patrones de difracción de nanomateriales, así como la interpretación de los resultados obtenidos.

Temas y Subtemas

Unidad I. Microscopía Confocal

1. Introducción
2. Instrumentación
3. Aplicaciones en Nanotecnología

Unidad II. Microscopía de Campo Cercano (SPM, STM, AFM, MFM y SNOM)

1. Introducción
2. Aplicaciones en Nanotecnología
3. Focus Ion Beam Systems
4. Introducción
5. Aplicaciones

Unidad III. Microscopía de Electrones

1. Microscopía Electrónica de Barrido
 - 1.1 Introducción Interacción
 - 1.2 Electrón-especimen
 - 1.3 Instrumentación
 - 1.4 La resolución
 - 1.5 Mecanismos de contraste
 - 1.6 Aplicaciones
2. El microscopio Electrónico de Transmisión
 - 2.1 Sistema de iluminación
 - 2.2 Sistema de Formación de Imagen
 - 2.3 Sistema de Magnificación
 - 2.4 Registro de Imágenes
 - 2.5 Imágenes de Campo Claro, BF
 - 2.6 Imágenes de campo Oscuro, DF

Unidad IV. Preparación de Muestras para Microscopía electrónica

1. Preparación de Rejillas
2. Molienda
3. Ultramicrotomía
4. Criofractura
5. Ion milling
6. Focus Ion Beam (FIB)

Unidad V. Difracción de Electrones

1. Introducción
2. Formación de Patrones de Difracción
3. Interpretación
4. Aplicaciones en Nanotecnología

Unidad VI. Técnicas Analíticas en Microscopia Electrónica

1. Espectroscopia Dispersiva de Energía de Rayos-X, XEDS
2. Espectroscopia de electrones Auger, AES
3. Espectroscopia de Pérdida de Energía de Electrones, EELS

Unidad VII. Microscopia Electrónica de Transmisión Modo Barrido (STEM)

1. Imágenes de Campo Oscuro a Gran Ángulo, HAADF
2. Imágenes de campo claro. BF

Unidad VIII. Aberración Corregida (TEM y STEM)

1. Introducción
2. Fundamentos
3. Aplicaciones

Unidad IX. Técnicas Experimentales in situ

1. Pruebas Mecánicas in situ
2. Pruebas Eléctricas in situ
3. Pruebas ópticas in situ

Crterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Exámenes escritos, exposiciones por parte del alumno (revisión de artículos científicos de actualidad, ensayos escritos, exposición de temas), análisis de casos y tareas. Exámenes escritos: 50%; Exposiciones y tareas: 50%

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA L	AÑO
1	Libro	Transmission Electron Microscopy	B. Williams and B, Carter	Springer	2009
2	Libro	Scanning Transmission Electron Microscopy	S. Pennycook and P. D, Nellist	Springer	2011
3	Libro	Aberration-Corrected Imaging in TEM	Rolf Erni	ICP	2010
4	Libro	Handbook of Microscopy	Nan Yao and Zhong Lin Wang	Kluwer Academic	2005
5	Libro	Science of Microscopy	Peter W. Hawkes	Springer	2007
6	Libro	Practical Electron Microscopy	J W Edington	VNR	1976



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

SÍNTESIS QUÍMICA DE NANOMATERIALES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Que los alumnos de posgrado adquieran las bases científicas relacionadas con los diferentes métodos químicos para la síntesis de nanoestructuras. Analizar los mecanismos de las reacciones químicas presentes en los diversos métodos de preparación, que juegan un rol importante en las propiedades físicas y químicas de los nanomateriales. El alumno actualizará sus conocimientos sobre las tendencias recientes en la preparación de nanomateriales.

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a nanomateriales

1. ¿Qué es un nanomaterial?
2. Efectos del tamaño
3. Aplicaciones de los nanomateriales

Unidad II. Síntesis química y preparación de nanomateriales

1. Aspectos generales
2. Nucleación y crecimiento de nanopartículas
3. Dispersión estable y aglomeración
4. Metales, semiconductores, aleaciones y composites

Unidad III. Precipitación química

1. Principios de precipitación química
2. Cinética de precipitación
3. Consideraciones de diseño
4. Aplicaciones del proceso

Unidad IV. Técnica de Sol-Gel

1. Hidrolisis
2. Condensación
3. Crecimiento y aglomeración
4. Secado y sinterizado

Unidad V. Método hidrotermal

1. Definición del proceso
2. Composición de polvos cerámicos y morfologías
3. Diseño de experimentos hidrotermales
4. Síntesis hidrotermal de óxidos metálicos nanoestructurados

Unidad VI. Método sonoquímico

1. Cavitación acústica, sonoquímica primaria y secundaria
2. Efectos químicos del ultrasonido en la preparación de nanomateriales
3. Nanomateriales preparados usando precursores no volátiles
4. Equipo de ultrasonido

Unidad VII. Método mecanoquímico

1. Mecanismos de procesos mecanoquímicos
2. Síntesis de materiales óxidos, no óxidos y composites
3. Nanopartículas sintetizadas por el método mecanoquímico

Unidad VIII. Síntesis por microondas

1. Síntesis de nanopartículas a través del calentamiento de microondas
2. Efectos de la frecuencia de microondas
3. Síntesis de nanopartículas asistida por un sistema de flujo continuo
4. Microondas en química orgánica y médica

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	The chemistry of nanomaterials Synthesis, properties and applications	C. N. R. Rao, A. Muller, A. K. Cheetham	Wiley-VCH	2004
2	Libro	Handbook of hydrothermal technology	K. Byrappa, M. Yoshimura	Noyes Publications	2001
3	Libro	Handbook on Applications of ultrasound Sonochemistry for Sustainability	D. Chen, S. K. Sharm, A. Mudhoo	CRC Press	2012
4	Libro	Soft Mechanochemical Synthesis: A Basic for new chemical Technologies	G. V. Avvakumov, M. Senna, N. V. Kosova	Springer	2007
5	Libro	Microwaves in Nanoparticle Synthesis: Fundamental and Applications	S. Horikoshi, N. Serpone	Wiley-VCH	2013
6	Libro	The sol-gel handbook: Synthesis, Characterization and Applications	D. Levy, M. Zayat	Wiley	2015



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

FÍSICA DE SEMICONDUCTORES PARA MATERIALES Y DISPOSITIVOS NANOELÉCTRONICOS

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Proporcionar al alumno los fundamentos de la física de Semiconductores para desarrollar dispositivos y sistemas nanoelectrónicos, utilizando software de simulación y poniendo énfasis en los últimos avances logrados en los diferentes campos de la ciencia y la tecnología.

Temas y subtemas

Unidad I. Fundamentos de ciencia de materiales

1. Estructura atómica
2. Velocidad Molecular
3. Estado cristalino
4. Defectos cristalinos
5. Soluciones sólidas
6. Redes de Bravais

Unidad II. Mecanismos de transporte.

1. Teoría clásica: El modelo de Drude
2. Reglas de Matthiessen y Nordheim
3. Resistividad de materiales porosos
4. El efecto hall
5. El efecto piel
6. Conductividad
7. Electro-migración
8. Corriente en materiales

Unidad III. Física cuántica elemental

1. La luz como onda
2. El efecto fotoeléctrico
3. Radiación de cuerpo negro
4. El pozo infinito de potencial
5. El principio de incertidumbre de Heisenberg
6. Procesos radiativos en sólidos

Unidad IV. Teoría de sólidos

1. Teoría de bandas
2. Semiconductores
3. Masa efectiva del electrón
4. Densidad de estados
5. Teoría cuántica de semiconductores
6. Energía de Fermi

7. Fonones

Unidad V. Semiconductores

1. Semiconductores intrínsecos
2. Semiconductores extrínsecos
3. Conductividad eléctrica
4. Movilidad de deriva y difusión
5. Recombinación e inyección de portadores minoritario
6. Contactos ohmicos

Unidad VI. Dispositivos semiconductores

1. Unión $p-n$
2. Diagrama de bandas de la unión $p-n$
3. Diodo de unión $p-n$
4. Transistor bipolar (BJT) Transistor de efecto de campo (FET)
5. MOSFETs
6. Circuitos integrados
7. Diodos emisores de luz (LEDs)
8. Celdas Solares.

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumentos de evaluación: La asignatura tiene una orientación analítica y práctica por lo que se desarrollará el análisis teórico en sesiones de clases, con apoyo fundamental en el uso de programas de simulación y análisis en las sesiones de taller. Estos tres aspectos deben considerarse en la evaluación; así como en la capacidad analítica del estudiante. El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIA L	AÑO
1	Libro	Principles of Electronic materials and devices	Safa Kasap	Mc Graw Hill	2005
2	Libro	Device Electronics for Integrated Circuit	R.S. Muller and T. Kamins with Mansun Chan	John Wiley & Sons	2003
3	Libro	Quantum Electronics	Amnon Yariv	Wiley	1990
4	Libro	Laser fundamentals	William T. Silfvast	U.of Cambridge	1996
5	Libro	Electronic Properties of Materials	Rolf E. Hummel	Mc. Graw hill.	2011
6	Libro	Semiconductor Devices: Physics and Technology	S.M. SZE	John Wiley & Sons	2002



Universidad de Sonora
 División de Ciencia e Ingeniería
 Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
 Posgrado en Nanotecnología

FÍSICA DE SEMICONDUCTORES

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Proporcionar al alumno los fundamentos, las características y comportamiento de los materiales semiconductores y su aplicación en la construcción de diodos y transistores, así como proporcionar el conocimiento sobre construcción y funcionamiento de dispositivos electrónicos que le permitirán al alumno diseñar, analizar, adaptar, construir sistemas y equipos electrónicos

Temas y subtemas

- 1.- Propiedades generales de los semiconductores
- 2.- Estadística de electrones y huecos
- 3.- Fenómenos de transporte
- 4.- Propiedades ópticas de los semiconductores
- 5.- Fenómenos de superficie
- 6.- Uniones *p-n* semiconductoras
- 7.- Técnicas fundamentales para la caracterización de semiconductores
- 8.- Resumen de las propiedades más importantes de los semiconductores

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

El criterio del desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% mínimo en la evaluación y complementa, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliografía

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Dispositivos Semiconductores	Jasprit, Sing		
2	Semiconductor Device Fundamentals	Pierret, Robert F.,	Ed. Addison-Wesley	1996
3	Solide State Electronic Device	Streetman.	Ed. Prentice Hall	
4	Physics of Semiconductors Devices	Sze S.M.E.,	John Wiley and Sons Inc	
5	Física de Semiconductores	Oswaldo Vigil., Andrés Martel.,	Trillas, México	200
6	Ciencia de los materiales	Anderson, J.C., K.D. Leaver, R.D. Rawlings y J.M. Alexandre	Limusa, México	1998



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

NANOTOXICOLOGÍA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivos específico:

Comprender cómo la dinámica de partículas y los parámetros físicos y químicos alteran la farmacocinética de los nanomateriales en el medio ambiente.

- Aplicar métodos de evaluación de riesgos para evaluar la seguridad de los nanomateriales en la industria y la medicina.
- Estudiar nanomateriales seguros, que pueden reducir tóxicos ambientales

Temas y subtemas

Unidad I. Introducción a la nanotoxicidad

1. Nanomateriales
2. Nanoestabilidad
3. Interacción de nanomateriales con el medio ambiente y organismos vivos.
4. Farmacocinética: Absorción, distribución y respuesta biológica a los nanomateriales
5. Factores que afectan la toxicidad de los nanomateriales: impacto de las propiedades fisicoquímicas y la química de la superficie.

Unidad II. Toxicidad de nanomateriales

1. Toxicidad de las nanopartículas metálicas
2. Toxicidad de las nanopartículas de óxidos metálicos
3. Toxicidad de los nanomateriales cerámicos
4. Toxicidad de los nanomateriales a base de carbono
5. Toxicidad de los nanomateriales poliméricos

Unidad III. Evaluación de la exposición ambiental a los nanomateriales

1. Evaluación de los riesgos
2. Dosimetría y metrología
3. Toxicidad *in vitro* e *in vivo*
 - 3.1 Evaluación de la nanotoxicidad en la salud humana
 - 3.2 Evaluación de la nanotoxicidad animal
 - 3.3 Evaluación de la nanotoxicidad en plantas.
4. Enfoque farmacocinético para la evaluación de la nanotoxicidad.
5. Enfoque genómico en la evaluación de la nanotoxicidad.

Unidad IV. Uso de los nanomateriales para combatir tóxicos ambientales

1. Seguridad alimentaria
2. Contaminantes aéreos
3. Degradación de contaminantes en el suelo
4. Tecnologías del agua

Unidad V. Directrices reglamentarias y futuras estrategias de evaluación de riesgos en nanotoxicidad.

1. Normativa general para la fabricación segura de nanomateriales

2. Normas generales para la aplicación segura de nanomateriales
3. Normas generales para la eliminación / exposición segura de nanomateriales
4. Gestión de desechos de nanomateriales

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumento de evaluación: El criterio del desempeño del estudiante involucra exámenes de conocimientos teóricos y prácticos (2 parciales y 1 global). Para aprobar el curso el estudiante deberá alcanzar una puntuación mínima de 80, según los criterios del titular asignado al curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nanotoxicology	Durán, Nelson, Guterres, Silvia S., Alves, Oswaldo Luiz	Springer	2014
2	Libro	Nanotoxicity	Zhang, Qunwe	Springer	2019
3	Libro	Nanotoxicology. Toxicity Evaluation, Risk Assessment and Management	Vineet Kumar, Nandita Dasgupta, Shivendu Ranjan	CRC Press	2018
4	Libro	Nanotoxicity	Susai Rajendran Anita Mukherjee Tuan Nguyen Chandraiah Godugu Ritesh Shukla	Elsevier	2020



Universidad de Sonora
División de Ciencia e Ingeniería
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería
Posgrado en Nanotecnología

NANOPARTÍCULAS A BASE DE POLÍMEROS

Departamento:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

El alumno conocerá y reforzará los conceptos básicos y teóricos de los polímeros, así como los principales métodos de preparación, herramientas de caracterización y aplicaciones de nanopartículas a base de polímeros.

Unidad I. Polímeros

- 1.1 definición y características de polímeros
- 1.2 Clasificación de polímeros según la composición química
- 1.3 Clasificación de polímeros según su origen
- 1.4 Clasificación de polímeros según la estructura de la cadena
- 1.5 Clasificación de polímeros según el mecanismo de polimerización
- 1.6 Clasificación según la configuración del polímero
- 1.7 Clasificación de polímeros según el comportamiento frente al calor

Unidad II. Distribución de pesos moleculares

- 2.1 Peso molecular promedio por número
- 2.2 Peso molecular promedio por peso
- 2.3 Peso molecular promedio por volumen
- 2.4 Peso molecular promedio por viscosidad
- 2.5 índice de polidispersidad

Unidad III. Termodinámica de polímeros en disolución

- 3.1 Entropía configuracional
- 3.2 Potencial químico
- 3.3 Solubilidad de polímeros

Unidad IV. Fabricación de nanopartículas poliméricas

- 4.1 Autoensamblaje
- 4.2 Emulsión simple y doble emulsión
- 4.3 Entrecruzamiento

Unidad V. Caracterización y aplicaciones de nanopartículas poliméricas

- 5.1 Dispersión de luz laser, microscopía electrónica y microscopía de fuerza atómica
- 5.2 Tratamiento de agua
- 5.3 Sistemas de liberación de componentes bioactivos

Criterios y procedimiento de evaluación y acreditación

Instrumento de evaluación: Examen de conocimiento teóricos y prácticos (2 parciales y 1 global). Para aprobar el curso, el alumno deberá alcanzar una puntuación mínima de 80, según los criterios de evaluación del profesor asignado.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Polymer Chemistry: The basic concepts	Paul C. Hiemenz	Marcel Dekker Inc	1984
2	Libro	Polymer Chemistry: An introduction	G Challa	Ellis Horwood	1993
3	Libro	Polymers: Chemistry & physics of modern materials	J.M.G. Cowie, Valeria Arrighi	CRC Press	1991
4	Libro	Introduction to polymers	RJ. Young and PA. Lovell	Chapman & Hall	1991
5	Libro	Polymer science and technology	Ebewele, R. O.	CRC Press	2000
6	Libro	Light scattering from polymer solution and nanoparticles dispersion	Wolfgang Schärtl	Springer	2007
7	Libro	Nanomaterial's chemistry: recent developments and new directions	Rao, C. N. R.; Müller, A.; Cheetham, A. K.	WILEY VCH	2007
8	Libro	Block copolymers in solutions: fundamentals and application	Hamley, I. W.	John Wiley & Sons, Ltd	2005
9	Libro	Introduction to soft matter: synthetic and biological self-assembling materials.	Hamley, I. W.	John Wiley & Sons, Ltd	2007
10	Artículo	Beyond molecules: Self-assembly of mesoscopic and macroscopic components	Whitesides, G. M.; Boncheva, M.	PNAS, Vol. 99, pp. 4769-4774	2002



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

REMEDIACIÓN AMBIENTAL

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Practica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico:

Al finalizar este curso el alumno tendrá un conocimiento sólido sobre las fuentes de contaminación ambiental y las tecnologías convencionales para la remoción de contaminantes. Asimismo, se mostrarán aplicaciones recientes de nuevas tecnologías utilizando nanomateriales que comprenden principalmente polímeros, cerámicos y metales.

Temas y subtemas

Unidad I. Contaminacion ambiental

1. Contaminación de aire, agua y suelo
 - 1.1. Antecedentes de la contaminación.
 - 1.2. Principales contaminantes
 - 1.3. Fuentes de contaminación
 - 1.4. Propiedades físicas y químicas de los contaminantes
 - 1.5. Sistemas para la captura, separación y eliminación de contaminantes

Unidad II. Sistemas convencionales para la remoción de contaminantes

1. Sistemas actuales de separación y captura de gases
 - 1.1. Tecnología de membrana en la separación de gases
 - 1.1.1. Membranas densas
 - 1.1.2. Membranas porosas
2. Sistemas actuales para la remediación de agua contaminada
 - 2.1. Tratamiento primario avanzado
 - 2.2. Adsorción
 - 2.3. oxidación química
 - 2.4. Intercambio iónico
 - 2.5. Procesos de membrana
3. Sistemas actuales para la remediación de suelos contaminados
 - 3.1. Sistemas de tratamiento biológico.
 - 3.1.1. Bioaumentación, bioestimulación
 - 3.1.2. Biopilas, composteo
 - 3.1.3. Biolabranza
 - 3.1.4. Biorremediación in situ
 - 3.1.5. Fitorremediación
 - 3.2. Sistemas de tratamiento fisicoquímicos
 - 3.2.1. Lavado de suelos
 - 3.2.2. Stripping por aire y/o vapor
 - 3.2.3. Extracción de vapores
 - 3.2.4. Electrorremediación
 - 3.2.5. Bombeo y tratamiento

Unidad III. Sistemas emergentes para la remoción de contaminantes

1. Nanomateriales en la remediación ambiental
2. Nanomateriales para la remediación del aire.
3. Nanomateriales para la remediación del agua.
4. Nanomateriales para la remediación de suelos.
5. Nanomateriales para aplicaciones analíticas en quimio y biosensores

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumento de evaluación: El criterio del desempeño del estudiante involucra exámenes de conocimientos teóricos y prácticos (2 parciales y 1 global). Para aprobar el curso el estudiante deberá alcanzar una puntuación mínima de 80, según los criterios del titular asignado al curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Environmental Engineering	Howard S. Peavy; Donald R. Rowe; George	McGraw-Hill	1987
2	Libro	Separation Process Principles	Henley, E.J., Seader, J.D	Wiley & Sons	2006
3	Libro	Practical design calculations for groundwater and soil remediation	Jeff Kuo.	CRC Press	2014
4	Libro	Air Pollution Control: A Design Approach	Cooper, David; Alley, F.C.	Waveland Press	2011
5	Libro	Adsorption technology for air and water pollution control	Noll K. E., Gounaris V, y Hou W	Lewis publisher	1992
6	Libro	Nanotechnology for Environmental Remediation	Sung Hee Joo I. Francis Cheng	Springer	2006
7	Libro	Nanotechnologies for Environmental Remediation Applications and Implications	Giusy Lofrano Giovanni Libralato Jeanette Brown	Springer	2017



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

ALMACENAMIENTO Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo e específico:

El alumno analizará los fundamentos teóricos de los dispositivos de almacenamiento y conversión de energía: Baterías, Supercapacitores y Celdas solares. Identificará las diferentes clasificaciones y tipos de dispositivos que existen para almacenamiento y conversión de energía. Conocerá los materiales más utilizados para la fabricación de estos dispositivos y estudiará las técnicas de caracterización usadas para analizar baterías, supercapacitores y celdas Solares.

Unidad I. Baterías.

1. Conceptos Básicos.
 1. Componentes y clasificación de celdas y baterías.
 2. Funcionamiento de una celda.
 3. Voltaje, capacidad y energía teórica de una celda.
 4. Energía específica y densidad de energía en baterías.
 5. Capacidad eléctrica de doble capa y adsorción iónica.
 6. Transporte de masa a la superficie del electrodo.
 7. Diseño y construcción de baterías.
 8. Tipos de electrolitos en baterías.
2. Baterías primarias.
 1. Baterías de zinc-carbón.
 2. Baterías de magnesio y aluminio.
 3. Baterías alcalinas.
 4. Baterías de óxido de mercurio.
 5. Baterías de celda de botón: Oxido de plata-zinc y zinc-aire.
 6. Baterías de litio primarias.
3. Baterías secundarias.
 1. Baterías de Plomo-acido.
 2. Baterías con electrodo de hierro.
 3. Baterías de níquel-cadmio.
 4. Baterías de níquel-zinc.
 5. Baterías de níquel-hidrogeno.
 6. Baterías de óxido de plata.
 7. Baterías de iones de litio (LIB).
 8. Baterías de iones de zinc (ZIB).
4. Baterías avanzadas.
 1. Aplicaciones de materiales nanoestructurados en baterías.
 2. Baterías nucleares.

Unidad II. Super capacitores.

1. Fundamentos de capacitores eléctricos.
 1. Carga eléctrica.
 2. Campo eléctrico y potencial.
 3. Cálculo de Capacitancia.
 4. Constante dieléctrica.
 5. Tipos de materiales dieléctricos.

2. Tipos y estructura de capacitores.
 1. Capacitores fijos.
 2. Capacitores variables.
 3. Capacitores de potencia.
 4. Capacitores de alto voltaje.
 5. Capacitores de interferencia y supresores.
 6. Capacitores lineales y no lineales.
3. Fundamentos electroquímicos de Supercapacitores de doble capa.
 1. Interfaces de electrodo y electrolito.
 2. Doble capa eléctrica en la interfaz del electrodos y electrolito.
 3. Densidad de carga neta de doble capa modelada por Gouy-Chapman-Stern (GCS).
 4. Factores que afectan a la capacitancia de doble capa.
 5. Potencial del electrodo.
 6. Estructura y capacitancia de supercapacitores electroquímicos de doble capa
 7. Resistencia equivalente en serie (ESR).
 8. Degradación térmica de ESR.
 9. Carga y descarga de supercapacitores.
4. Densidad de energía y potencia de supercapacitores electroquímicos.
 1. Densidad de energía.
 2. Densidad de potencia.
 3. Diagrama de Ragone.
 4. Supercapacitores vs Baterías.
5. Materiales y componentes de supercapacitores electroquímicos.
 1. Estructura y materiales de ánodo y cátodo.
 2. Conductividad del electrodo.
 3. Diseño del Capacitor electroquímico de doble capa (EDLC).
 4. Efectos de funcionalización de los EDLCs.
 5. EDLC con electrodo de carbón activado.
 6. EDLC con electrodo de nanotubos de carbón.
 7. EDLC con electrodo de Grafeno.
 8. EDLC con electrodo de nanofibras de carbón.
 9. Estructura y materiales del electrolito.
 10. Electrolito acuoso.
 11. Electrolito orgánico.
 12. Electrolito líquido de iones.
 13. Electrolito de estado sólido.
 14. óxidos metálicos de transición.
 15. Separadores.
 16. Colectores de corriente.
 17. selladores.
6. Fabricación y caracterización de supercapacitores.
 1. Diseño y fabricación de celda sencilla.
 2. Apilamiento de celdas.
 3. Voltametría cíclica.
 4. Curva de carga y descarga.
 5. Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIS).
 6. Caracterizaciones físicas.

Unidad III. Celdas solares.

1. Fundamentos de la energía Solar.
 1. Propiedades de la luz.
 2. Energía del fotón.
 3. Radiación Solar.
 4. Absorción de luz.
 5. Efectos atmosféricos.
2. Materiales Semiconductores.
 1. Fundamentos de materiales semiconductores.
 2. Banda prohibida.
 3. Concentración de portadores intrínsecos.
 4. Dopaje.
 5. Concentración de portadores en equilibrio.
 6. Movimiento de portadores en semiconductores.
 7. Unión PN.
 8. Diodos.
 9. Dispositivos fotovoltaicos.
 10. Celdas solares de silicio.
3. Celdas solares avanzadas.
 1. Celdas solares orgánicas.
 2. Celdas solares de película delgada.

3. Celdas solares tipo tándem.
4. Celdas foto termoiónicas
5. Caracterizaciones de celdas solares.
6. Respuesta espectral y eficiencia cuántica.
7. Curva IV con simulador solar.
8. Luminiscencia.
9. Electroluminiscencia.
10. Termografía.

Crterios y procedimientos de evaluaci3n y acreditaci3n

Instrumentos de evaluaci3n: pruebas de ensayo y pruebas estructuradas.

El criterio del desempe1o involucra que el alumno tenga un rendimiento del 80% m3nimo en la evaluaci3n y complemento, con las valoraciones que le asigne el titular del curso.

Bibliograf3a.

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Linden's handbook of batteries	Thomas B. Reddy	McGraw-Hill	2011
2	Libro	Nanostructured Materials for Next-Generation Energy Storage and Conversion Advanced Battery and Supercapacitors	Qiang Zhen, Sajid Bashir, Jingbo Louise Liu	Springer	2019
3	Libro	Advanced Batteries Materials Science Aspects	Robert A. Huggins	Springer	2009
4	Libro	Electrochemical supercapacitors for energy storage and delivery fundamentals and applications	Aiping Yu, Victor Chabot, and Jiujun Zhang Yu	CRC Press	2013
5	Libro	Energy Storage: A New Approach	Ralph Zito	Wiley	2010
6	Libro	Physics of Solar Cells from Basic Principles to Advanced Concepts	Peter W3rfel and Uli W3rfel,	Wiley	2016
7	Libro	Nanostructured Materials for Next-Generation Energy Storage and Conversion Photovoltaic and Solar Energy	Tulay Aygan Atesin, Sajid Bashir Jingbo Louise Liu	Springer	2019



Universidad de Sonora

División de Ciencia e Ingeniería

Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Posgrado en Nanotecnología

NANORREMEDIACIÓN

Departamento que imparte la materia:	Física, Matemáticas e Ingeniería	
Clave:		
Requisitos:	Ninguno	
Carácter:	Optativa	
Horas:	Teoría	Práctica
	4	1
Créditos:	9	

Objetivo específico

Al finalizar este curso el alumno tendrá un conocimiento sólido sobre la aplicación de nanomateriales en la remediación de aire, agua y suelos contaminados que le permitirá diseñar nanomateriales avanzados para detectar, capturar, degradar y eliminar contaminantes presentes en el ambiente. Además, será capaz de comprender las características físicas y químicas de los nanomateriales que le permitirán entender su comportamiento durante el proceso de remediación.

Temas y subtemas

Unidad I. Nanomateriales en remediación ambiental

1. Introducción
2. Nanomateriales inorgánicos
 - 2.1. Nanomateriales basados en metal y óxido-metal
 - 2.2. Nanomateriales a base de sílica
3. Nanomateriales a base de carbón
 - 3.1. Grafeno
 - 3.2. Nanotubos de carbono
4. Nanomateriales a base de polímeros
 - 4.1 Nanopartículas poliméricas
 - 4.2 Membranas poliméricas nanocompuestas
5. Nanoarcillas

Unidad II. Nanomateriales en la remediación del agua

1. Introducción
2. Nanomateriales en el tratamiento de aguas residuales
 - 2.1 Nanoadsorbentes
 - 2.2 Nanomateriales semiconductores (fotocatálisis)
 - 2.2.1 Proceso Fenton
 - 2.2.2 Ozonización
 - 2.2.3 Sonólisis
 - 2.2.4 Sistemas Sono-Fenton
 - 2.2.5 Actividad antimicrobiana
 - 2.2.6 Nanoadsorbentes
 - 2.2.7 Nanomembranas
 - 2.3 Membranas nanocompuesta
 - 2.4 Nanopartículas bioactivas
 - 2.5 Nanoarcillas

Unidad III. Nanomateriales en la remediación del aire

1. Introducción
2. Nanomaterial para la remediación del aire

3. Procesos de oxidación catalítica basados en nanocatalizadores
 - 3.1 Tipos de nanocatalizadores para VOC's
4. Nano-fotocatalizadores en procesos de oxidación fotocatalítica
 - 4.1 Nano-fotocatálisis a base de óxidos metálicos
 - 4.2 Oxidación nano-fotocatalítica sin metales
5. Nanomateriales Absorbentes
 - 5.1 Películas nanocompuestas
 - 5.2 MOF's
 - 5.3 Membranas de matices mixtas (MMM's)
 - 5.4 MMM's basadas en MOF's para la separación de gases
6. Nanomateriales en el proceso de filtración
 - 6.1 Membranas nanoestructuradas
7. Procesos biotecnológicos
 - a. Bio-nanomateriales en el tratamiento de la contaminación del aire
 - b. Biorremediación de aire mediante microorganismos inmovilizados en nanomateriales
8. Nanomateriales en métodos integrados
 - a. Combinación de procesos biológicos y fisicoquímicos

Unidad IV. Nanomateriales en la remediación de suelos

1. Introducción
2. Impacto de los nanomateriales en los recursos del suelo.
3. Influencia de los nanomateriales en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
4. Efecto de los nanomateriales en el crecimiento de los cultivos.
5. Suelos contaminados por compuestos orgánicos
 - 5.1 Nanosensores para la detección y evaluación de compuestos orgánicos en el suelo.
 - 5.2 Nanosensores para el seguimiento de herbicidas en el suelo
 - 5.3 Contaminación del suelo, evaluación de riesgos y nanobiorremediación
 - 5.4 Nanosensores SERS para suelos contaminados con compuestos orgánicos
 - 5.5 Nanomateriales en el tratamiento biológico de suelos contaminados
 - 5.6 Nanomateriales para la descontaminación de compuestos organofosforados en el suelo
6. Suelos contaminados con metales
 - 6.1 Nanomateriales en la biorremediación de suelos contaminados con metales
 - 6.2 Nanoabsorbentes de metales pesados
 - 6.3 Nanoburbujas para la rehabilitación de suelos contaminados con metales
7. Métodos integrados para la remediación del suelo.

Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Instrumento de evaluación: El criterio del desempeño del estudiante involucra exámenes de conocimientos teóricos y prácticos (2 parciales y 1 global). Para aprobar el curso el estudiante deberá alcanzar una puntuación mínima de 80, según los criterios del titular asignado al curso.

Bibliografía

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nanotechnology for Environmental Remediation	Sung Hee Joo I. Francis Cheng	Springer	2006
2	Libro	Nanotechnology for Environmental Remediation	Sung Hee Joo I. Francis Cheng	Springer	2006
3	Libro	Nanomaterials for wastewater remediation	Ravindra Kumar Gautam, Mahesh Chandra Chattopadhyaya	Butterworth- Heinemann	2016
4	Libro	Nanotechnologies for Environmental Remediation Applications and Implications	Giusy Lofrano Giovanni Libralato Jeanette Brown	Springer	2017
5	Libro	Nanomaterials for air remediation	Amrane Abdeltif, Aymen Amine Assadi, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen	Elsevier	2020
6	Libro	Nanomaterials for soil remediation	Abdeltif Amrane, Dinesh Mohan, Tuan Anh Nguyen, Aymen Amine Assadi, Ghulam Yasin	Elsevier	2020