

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN FÍSICA QUÍMICA

Dirección: Universidad de Puerto Rico, Departamento. de Física
P.O. Box 70377, San Juan, Puerto Rico 00936-8377

Teléfono: 787-764-0620, (787)764-0000, Ext. 2626

Fax: (787) 764-4063

Correo electrónico: ileana.desiderio@upr.edu

GRADO

Doctorado en Filosofía con Especialidad en Física-Química

INFORMACIÓN GENERAL

La Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras ofrece un programa interdisciplinario conducente al grado de Doctorado en Física Química. El Departamento de Física ofrece este programa, aprobado en 1981, en conjunto con el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Naturales. Hasta agosto de 2012, sesenta estudiantes se han graduado de este programa. Actualmente, ocupan puestos académicos y de investigación en universidades y laboratorios en Estados Unidos y en el extranjero.

El Programa de Física Química cuenta con gran diversidad de experiencia en su personal docente; fortaleza notable en Ciencia de materiales y Nanotecnología, y amplia participación en el Instituto de Nanomateriales Funcionales (IFN, por sus siglas en inglés: <http://www.ifn.upr.edu/>) de la Universidad de Puerto Rico. Los estudiantes y profesores que pertenecen al programa de doctorado participan activamente en investigaciones competitivas conducentes a publicaciones en revistas revisadas por pares reconocidas internacionalmente-, y atraen cantidades significativas de fondos externos para mantener el constante crecimiento de las investigaciones del Programa.

Entre las instalaciones disponibles para el Programa de Física Química están: espectroscopia electrónica Auger (AES), microscopio de fuerza atómica (AFM), microscopia electrónica de transmisión y barrido (STM), microscopia electrónica de barrido (SEM), microscopia electrónica de transmisión (TEM), espectrometría de masa de ion secundario (SIMS), espectroscopia radioeléctrica de rayos X (XPS), espectroscopia Raman, visible, infrarroja y láser, difractómetro de rayos X, espectroscopia de masa, y resonancia magnética nuclear (NMR). Las instalaciones para preparación de materiales incluyen: deposición de vapor al vacío, pulverización catódica DC y RF, deposición química de vapor (CVD), deposición por láser pulsado (PLD), crecimiento epitaxial por haces moleculares (MBE), litografía por haz de electrones y con luz ultravioleta, y otros equipos para el crecimiento de cristales a partir de material fundido y del vapor. La variedad de recursos computacionales disponibles incluye acceso al Centro de Cómputos de Alto Rendimiento (HPCF, por sus siglas en inglés: <http://www.hpcf.upr.edu/>) de la UPR.

PERSONAL DOCENTE DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN FÍSICA QUÍMICA

Los integrantes del Programa de Doctorado en Física Química pertenecen a diferentes recintos del Sistema de la UPR. Como equipo, ofrecen una amplia gama de oportunidades académicas y de investigación que enriquecen la capacitación profesional de los estudiantes.

Fouad Aliev, PhD, Leningrad State University, 1975, Catedrático.

Física experimental del estado sólido; física de la materia condensada; cristales líquidos; espectroscopia dieléctrica; medios porosos; técnicas de dispersión estática y dinámica de la luz.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Rafael Arce, PhD, University of Wisconsin-Madison, 1971, Catedrático.

Fotoquímica y fotofísica de bases purinas y sus derivados; fotoquímica heterogénea de los hidrocarburos aromáticos policíclicos; propiedades fotofísicas y fotoquímicas de los fotosintetizadores; EPR; fotólisis por láser y de pulso.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Lutful B. Bhuiyan, PhD, University of London, UK, 1977, Catedrático.

Mecánica estadística; física química; estructura y termodinámica de los electrolitos; doble capa eléctrica (EDL); teoría de líquidos.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Lesser Blum, PhD, University of Buenos Aires, Argentina, 1956, JS Guggenheim Fellow 1978; *Professor Emeritus*. Fellow, American Physical Society, 1980-; J. Hildebrand Award 2003; Catedrático.

Física-matemática; resultados exactos para sistemas cargados; problemas exactamente solucionados en mecánica estadística; electroquímica de superficies, teoría y experimentación; teoría de electrodos activos; celdas de combustible; polielectrolitos; canales iónicos; teoría analítica del agua y soluciones.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Carlos Cabrera, PhD, Cornell University, 1987, Catedrático.

Electroquímica y ciencia de superficies; nanomateriales para celdas de combustible de metanol directo y baterías de ion de litio, superficies nanoestructuradas; sensores y análisis de superficies.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Juan C. Cersósimo, PhD, La Plata National University, Argentina, 1986, Catedrático.

Astrofísica, estrellas binarias, astroquímica.
UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Zhongfang Chen, PhD, Nankai University, China, 2000, Catedrático Asociado.

Química computacional, ciencia computacional de nanomateriales, química física y orgánica.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Ubaldo M. Córdova-Figueroa, Ph.D. Chemical Engineering, 2008, California Institute of Technology, Assistant Professor.

Movimiento dirigido de partículas coloidales mediante reacciones químicas: propulsión osmótica.

UPR Recinto de Mayagüez, Departamento de Ingeniería Química.

Ernesto Esteban, PhD, University of Notre Dame, 1983, Catedrático.

Astrofísica; astroquímica.

UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Xianping Feng, PhD, La Trobe University, Australia, 2000, Catedrático Asociado.

Interacciones materiales-láser utilizando láser pulsado; síntesis y análisis de películas delgadas; propiedades de foto emisión, estudios de plasma de alta energía y densidad generados por radiación láser o foco de plasma.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Luis F. Fonseca, PhD, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, 1985, Catedrático.

Física del estado sólido; propiedades ópticas y eléctricas de sólidos cristalinos y amorfos; nanoestructuras semiconductoras; síntesis y propiedades optoelectrónicas.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Rogério Furlan, PhD, University of Sao Paulo, Brazil, 1990, Catedrático.

Nanofibras para sensores, actuadores y aplicaciones biológicas.

UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Manuel Gómez, PhD, Cornell University, 1968, Catedrático.

Física del estado sólido; transiciones de fase; propiedades ópticas de los sólidos.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Kai H. Griebenow, PhD, University of Dusseldorf, Germany, 1992, Catedrático.

Encapsulado de proteínas dirigido a preservar su estructura; enzimología en medios no acuosos; formulaciones proteicas; estabilidad de proteínas; glucosilación de proteínas; relación entre la dinámica estructural proteica y la actividad enzimática; modificación de proteínas con PEG, celdas de biocombustible.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Ana R. Guadalupe, PhD, Cornell University, 1987, Catedrática.

Química analítica, electroquímica; sensores y biosensores químicos; enzimas inmovilizadas; polímeros.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Maxime J. F. Guinel, PhD, Washington State University, 2006, Catedrático Auxiliar.

Nombramiento conjunto entre los departamentos de Física y Química. Nanotecnología experimental.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física y Departamento de Química.

Arturo J. Hernández-Maldonado, PhD, University of Michigan – Ann Arbor, 2004, Catedrático Asociado.

Materiales nanoporosos: diseño, síntesis, propiedades y aplicaciones.

UPR Recinto de Mayagüez, Departamento de Ingeniería Química.

Yasuyuki Ishikawa, PhD, University of Iowa, 1976, Catedrático.

Teoría relativista de muchos cuerpos; ab-initio Monte Carlo / simulación de la dinámica molecular de los sistemas de muchos cuerpos; modelos teóricos y simulación de sistemas electroquímicos.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Ram Katiyar, PhD, Indian Institute of Science, Bangalore, 1968, Catedrático.

Espectroscopia Raman e infrarroja; crecimiento y caracterización de ferroeléctricos; semiconductores transparentes; iones en el estado sólido en películas delgadas y nanocristales para aplicaciones optoelectrónicas; dinámica de fonones.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Mayra E. Lebrón Santos, Ph.D. en Astronomía, 2000, Catedrática Auxiliar, Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Estudio de los gases que rodean a las estrellas jóvenes de alta densidad.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Carlos Marín, PhD, Universidad Autónoma de Madrid, 1997; Rensselaer Polytechnic Institute, 2002, Catedrático Auxiliar.

Producción y caracterización de materiales nanoestructurados; transferencia de calor y masa relacionada con el procesamiento de materiales en la Tierra y el espacio; propiedades electrónicas y termofísicas de materiales sólidos y fundidos a altas temperaturas.
UPR Recinto de Mayagüez, Departamento de Ingeniería General.

Antonio Martínez, PhD, American University, 1990, Catedrático.

Física de la materia condensada; técnicas de crecimiento epitaxial y ancho de banda prohibida en semiconductores; propiedades de transporte; física de superficies.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Olga Mayol, PhD, University of Puerto Rico – Río Piedras, 1988, Catedrática.

Propiedades químicas, físicas y ópticas de los aerosoles atmosféricos.
UPR Recinto de Río Piedras, Programa de Ciencias Ambientales.

Gerardo Morell, PhD, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, 1995. Catedrático.

Materiales nanoestructurados para aplicaciones electrónicas y biomédicas.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Rafael J. Muller, PhD, Pennsylvania State University, 2002, Catedrático.

Astrofísica; estrellas binarias; instrumentación astronómica; astroquímica.
UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Luca Olmi, PhD, University of Florence, 1991, Catedrático Auxiliar.

Astronomía radial; diseño óptico; estudios de la formación de las estrellas; astroquímica.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Wilfredo Otaño-Rivera, PhD, Pennsylvania State University, 1998, Catedrático.

Nanolaminados, electrohilado, pulverización catódica.
UPR Recinto de Cayey, Departamento de Matemática y Física.

Ratnakar Palai, PhD, University of Strathclyde, UK, 2004, Catedrático Auxiliar.
Física de materiales nanoestructurados; dispositivos espintrónicos.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Nicholas J. Pinto, PhD, Montana State University, 1992, Catedrático.
Polímeros; nanofibras funcionales.
UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Edwin Quiñones, PhD, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, 1986, Catedrático.
Física química.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Raphael Raptis, PhD, Texas A&M University, 1988, Catedrático.
Química inorgánica, química biorgánica; química de los materiales.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Carlos Rinaldi, PhD, Massachusetts Institute of Technology, 2002.
Materiales nanoestructurados; nanopartículas magnéticas dispersas; síntesis y funcionalización para aplicación en sensores, energía y biomédica.

UPR Recinto de Mayagüez, Departamento de Ingeniería Química, Catedrático Auxiliar.
University of Florida, Department of Biomedical Engineering, Catedrático.

José M. Rivera, PhD, Massachusetts Institute of Technology, 2000, Catedrático Asociado.
Química supramolecular, reconocimiento molecular, síntesis orgánica, nanotecnología, química biorgánica, química medicinal.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

James F. Scott, PhD, Ohio State, 1966, Professor; Fellow, American Physical Society 1974; Humboldt Prize 1997; Sony Corp. Chair of Science (Yokohama) 1997; Fellow of the Royal Society (FRS) 2008; Materials Research Society (MRS) gold medal in December 2008.
Estudios teóricos y experimentales de memorias ferroeléctricas: física de dispositivos, diseño de dispositivos, procesamiento, pruebas, fallos, fugas de corriente, interruptores y fatiga.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física, Catedrático.
University of Cambridge, Cavendish Lab, Director of Research.

Ronald G. Selsby, PhD, Ohio State University, 1969, Catedrático.
Física Química; energías de ionización moleculares y afinidades electrónicas.
UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Luis G. Rosa, PhD, University of Nebraska-Lincoln, 2005, Catedrático Auxiliar.
Interacciones y propiedades entre superficies y nanoestructuras.
UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Josee Vadrine-Pauleus, PhD, University of Princeton, 2006, Catedrático Auxiliar.
Fabricación y caracterización de celdas solares orgánicas.
UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

Luis A. Veguilla-Berdecía, PhD, Howard University, 1964, Catedrático.

Química teórica; teoría del caos.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Julian Velev, PhD, University of Illinois, Urbana-Champaign, 2002, Catedrático Asociado.

Física de la materia condensada; estructuras electrónicas y propiedades de transporte.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Física.

Brad R. Weiner, PhD, University of California - Davis, 1986, Catedrático.

Dinámicas de reacción molecular en estado gaseoso; fotoquímica y fotofísica láser; cinética de reactivos intermediarios en estado gaseoso; fotoprocesos no lineales; transferencia de energía molecular; mecanismos de ablación láser.

UPR Recinto de Río Piedras, Departamento de Química.

Natalya A. Zimbovskaya, PhD, D.Sc, Russian Academy of Sciences, 1977-1994, Catedrática.

Física del estado sólido; estructuras electrónicas y propiedades de transporte.

UPR Recinto de Humacao, Departamento de Física y Electrónica.

REQUISITOS DE ADMISIÓN

La solicitud en línea debe completarse seis meses antes del inicio del semestre en que se desea ingresar al Programa: <https://app.applyyourself.com/?id=upr-grad#codeword>

Los requisitos del Programa de Doctorado en Física Química son:

1. Poseer un grado de Bachillerato en Física, Química, Ciencia de Materiales, Ingeniería, u otro equivalente, de una institución acreditada en los Estados Unidos o un grado equivalente de una universidad extranjera. Si el estudiante ha cursado estudios graduados previos a ingresar al Programa de Doctorado en Física Química, el expediente académico correspondiente también se tomará en cuenta para su admisión. En todos los casos se evaluará el expediente académico completo de los estudiantes aceptados para determinar la necesidad de compensar algún área de Física o Química; de ser necesario, se asignarán cursos subgraduados específicos a cada caso, durante el primer año de estudios. Estos casos se considerarán como admisión condicional, y los créditos subgraduados recomendados por la coordinadora del programa se incluirán en los nueve créditos requeridos para ser considerado estudiante graduado a tiempo completo, mas no se incluirán en el total de créditos requeridos para completar la maestría.
2. Tener índice académico de 3.0 en una escala de 4.0, o equivalente.
3. Tener conocimiento práctico del idioma inglés, oral y escrito. También se recomienda conocer el idioma español, para enriquecer la experiencia académica y cultural. Es recomendable tomar el examen TOEFL para demostrar que posee conocimiento práctico del inglés. Sin embargo, hay otras maneras de certificar el conocimiento del idioma. Por ejemplo, que el estudiante proceda de una universidad cuyo currículo es en inglés, demuestra que posee conocimiento práctico de ese idioma. El coordinador del programa también puede certificar el conocimiento práctico del inglés del candidato tras realizar una entrevista en inglés.
4. Dos cartas de recomendación.

PROGRAMA DE ESTUDIO

Los cursos se seleccionan cada semestre con la ayuda de un coordinador del Programa de Física Química, tomando en cuenta el trasfondo y las metas profesionales del estudiante.

PROGRESO ACADÉMICO

Para mostrar progreso académico satisfactorio, el estudiante debe mantener un índice académico igual o mayor de 3.0 cada semestre. También debe demostrar el progreso de su investigación cada semestre, después de pasar los exámenes de grado, con una evaluación satisfactoria en el Seminario de investigación y/o Investigación para tesis. Los estudiantes que no cumplan con estos criterios estarán en probatoria por un año. De no cumplir con los requisitos al terminar el año en probatoria, serán expulsados del Programa.

CANDIDATURA PARA EL DOCTORADO

Se certificará la candidatura para el doctorado en Física Química una vez el estudiante pase los exámenes de grado, y mantenga un índice académico mayor de 3.0 en una escala de 4.0. Todos los estudiantes deben pasar los exámenes de grado tras terminar su primer año académico, de lo contrario, serán expulsados del Programa. Es posible conceder extensiones por paternidad, por razones médicas y para estudiantes a tiempo parcial. Aun así, ninguna extensión excederá dos años académicos a partir de la fecha de ingreso al Programa.

REQUISITOS DE GRADUACIÓN

El Programa otorgará el Doctorado en Física Química a aquellos estudiantes que cumplan los siguientes requisitos:

1. Completar un mínimo de 45 créditos en cursos graduados relacionados a la Física Química. Al menos nueve de los 45 créditos deben ser del nivel 8000. Un mínimo de nueve créditos deben ser en Física. Un mínimo de nueve créditos deben ser en Química. Pueden transferirse hasta 24 créditos relacionados a la Química Física de otros programas.
2. Pasar tres exámenes de grado por escrito al completar el primer año académico en el programa de doctorado: uno en Química Física y dos en Física (Termodinámica y Mecánica estadística, Electromagnetismo, Mecánica clásica, o Mecánica cuántica).
3. Pasar dos semestres en el Seminario de Química Física y dar un seminario de Física Química.
4. Presentar (por escrito) y defender una Propuesta de investigación, distinta a la tesis, ante un comité de tesis compuesto por al menos tres profesores del Programa de Física Química, que incluya al menos un miembro del Departamento de Física y uno del Departamento de Química del Recinto de Río Piedras.
5. Completar al menos 24 créditos de Investigación para la tesis.
6. Publicar al menos un artículo relacionado a la investigación de su tesis en una revista arbitrada, donde el estudiante sea el autor principal y el director de tesis sea uno de los coautores.
7. Completar un año de residencia.
8. Presentar (por escrito) y defender públicamente una Tesis de investigación original ante un comité de tesis compuesto por al menos tres profesores del Programa de Física Química, que incluya al menos un miembro del Departamento de Física y uno del Departamento de Química del Recinto de Río Piedras.

DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS GRADUADOS EN FÍSICA QUÍMICA

QUIM 6611-6612 Física Química I-II

Créditos: 3 cada uno

Prerrequisito: QUIM 4042 o autorización del profesor.

Estudio de las leyes y principios de la química teórica.

QUIM 8605-8606 Seminario de Química Física I, II

Créditos: 2 cada uno

Discusión de los avances recientes en la Química Física.

FISI 6401 Métodos de Física Teórica I

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 4032

Análisis vectorial. Coordenadas curvilíneas y operadores tensoriales diferenciales. Series infinitas: expansiones de Taylor, series potenciales. Funciones de variable compleja. Mapeo conforme. Cálculo de residuos. Funciones especiales: Bessel, Legendre, Hermite, y Laguerre. Armónicos esféricos. Aplicaciones de las Funciones de Green a problemas de electrostática.

FISI 6402 Métodos de Física Teórica II

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6401

Series de Fourier. Transformadas integrales: Teorema de convolución. Transformadas de Laplace y de Fourier. Ecuaciones integrales: función generatriz. Teoría Hilbert-Schmidt. Cálculo de variaciones. Aplicaciones de la ecuación de Euler. Multiplicadores de Lagrange. Variedades y formas diferenciales. Espacio tangente y cotangente. Estrella de Hodge. Variedades Riemannianas: relación con cálculo tensorial clásico.

FISI 6406-6407 Laboratorio Avanzado I-II

Créditos: 6

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Técnicas avanzadas de instrumentación usadas en investigación científica. Estudio de la instrumentación usada en la física experimental. Control computarizado de equipo de investigación; uso y programación de las interfaces de los instrumentos. Técnicas de reducción de ruido. Diseño de circuitos electrónicos y modelaje. Continuación de las técnicas avanzadas de instrumentación usadas en investigación científica. Estudio de la instrumentación usada en la física experimental, con énfasis en las técnicas y equipo de preparación y caracterización.

FISI 6412 Mecánica Avanzada I

Créditos: 3

Coordenadas generalizadas. Ecuaciones de Lagrange. Ejemplos de las ecuaciones de Lagrange: fuerzas centrales, coordenadas esféricas, sistemas de las partículas, péndulo simple y compuesto. Leyes de conservación. Movimiento en un campo central. Colisión de partículas. Dispersión de Rutherford. Oscilaciones pequeñas. Sistemas de coordenadas en rotación. Fuerzas inerciales. Dinámica de cuerpo rígido. Principios generales de la mecánica; principios integrales; la propiedad extrema de la acción, la ecuación de Hamilton. Corchetes de Poisson. La acción como una función de las coordenadas. Transformaciones canónicas.

FISI 6413 Mecánica Avanzada II

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6412

Teorema de Liouville. Teoría de Hamilton-Jacobi. Analogía óptica-mecánica. Formulación covariante de la relatividad especial. Formulación lagrangiana en mecánica relativista. Formulación lagrangiana y hamiltoniana para sistemas continuos y campos. Ejemplos de teorías de campo relativistas. Teorema de Noether.

FISI 6426 Física del Estado Sólido

Créditos: 3

Prerrequisitos: FISI 6451, 6454

El retículo cristalino, el retículo recíproco, difracción de rayos X y la estructura cristalina. Teoría clásica del cristal armónico, la matriz dinámica. La teoría cuántica del cristal armónico, fonones. Efectos anarmónicos. Electrones en potenciales periódicos, teoría de bandas. Dinámica de los electrones y conducción en los metales. Interacciones electrón-electrón, electrón-fonón, fonón-fonón. Propiedades dieléctricas y magnéticas.

FISI 6431 Teoría Electromagnética

Créditos: 3

Electrostática: problemas de frontera, funciones de Green para la ecuación de Poisson; expansión multipolar, dieléctricos. Magnetostática y campos variables en el tiempo: Ecuaciones de Maxwell y leyes de conservación, propagación de ondas planas en dieléctricos y medios conductores, guías de onda.

FISI 6432 Electrodinámica Clásica

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6431

Sistemas radiantes simples, teoría especial de la Relatividad. Dinámica de partículas cargadas y campos electromagnéticos. Lagrangiano de campo electromagnético. Leyes de conservación. Radiación proveniente de cargas en movimiento.

FISI 6438 Microscopia Electrónica Básica

Créditos: 3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Introducción a la microscopia electrónica, esencial para el estudio y la caracterización de una gran variedad de materiales. El curso está diseñado para proveer experiencia considerable en el uso de los instrumentos. Además, los estudiantes recibirán información teórica básica y consejos prácticos, a modo de conferencias breves, con el propósito de aprovechar al máximo los instrumentos disponibles. Incluye temas de fundamentos de preparación de muestras, microscopia electrónica de barrido, microscopia electrónica de transmisión, y determinación estructural.

FISI 6441 Física Nuclear

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6452

Fuerzas nucleares: dispersión nucleón-nucleón y el deuterón. Potencial nuclear fenomenológico y la teoría elemental de Yukawa. Forma y tamaño del núcleo: dispersión de electrones y factores de estructura nucleares, dispersión de neutrones y el modelo óptico. Masa nuclear y energía de enlace: el modelo de la gota líquida y la fórmula semiempírica de masas. Decaimiento alfa y beta. Fisión. Resonancias y reacciones nucleares, los modelos de capas y colectivo, la teoría de la materia nuclear y el modelo de quarks para nucleones.

FISI 6451 Mecánica Cuántica I

Créditos: 3

Mecánica cuántica no relativista. Desarrollo del formalismo básico, incluyendo varias representaciones. Problemas unidimensionales. Simetrías y constantes del movimiento. Fuerzas centrales y el momento angular. Sistemas de espín de $\frac{1}{2}$ y de dos niveles. Métodos de perturbación independientes y dependientes del tiempo. Sistemas de partículas idénticas: el espín y las estadísticas. Aplicaciones a átomos y moléculas.

FISI 6452 Mecánica Cuántica II

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6451

Teoría de dispersión. Representaciones irreducibles del grupo de rotación 3d. Las series de Clebsch-Gordan. Suma de momentos angulares. Tensores irreducibles y sus aplicaciones. La representación del número de ocupación de partículas idénticas y formalismo de segunda cuantización. Aplicaciones: fonones, He líquido y superconductividad. Teoría no relativista de la radiación. Temas especiales: problemas de medidas, desigualdades de Bell y fases geométricas.

FISI 6453 Mecánica Cuántica III

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6452

Mecánica cuántica relativista y teoría elemental de campos. Teoría de Dirac del electrón. Teoría de propagadores. Aplicaciones a los procesos de dispersión. Procesos de orden superior y renormalización. La ecuación de Klein-Gordon.

FISI 6454 Mecánica Estadística

Créditos: 3

Formulación canónica generalizada de la mecánica cuántica. Colectividades microcanónica, canónica, macrocanónica, y T. F. Aplicaciones a varios sistemas termodinámicos. Distribuciones Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein, y Fermi-Dirac. Mecánica estadística irreversible.

FISI 6462 Teoría Cuántica de Campos I

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6453

Cuantización de campos libres, simetría y leyes de conservación. El campo de Klein-Gordon: Cuantización e interpretación corpuscular, el propagador de Feynman. Segunda cuantización del campo de Dirac: expansiones de momento, covariancia relativista, el propagador para fermiones. Cuantización del campo electromagnético: covariancia, expansiones de momento, el propagador para fotones. Teorema de Wick.

FISI 6463 Teoría Cuántica de Campos II

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6462

Teoría de interacciones: interacción del campo electromagnético cuantizado con una fuente clásica. Interacción del campo cuantizado de Dirac con un potencial clásico. La matriz de dispersión (S matrix) y la teoría asintótica, el efecto Compton, aniquilación de pares, vida media del positronio y Bremsstrahlung.

FISI 6481 Teoría de Grupos

Créditos: 3

Prerrequisitos: FISI 6452

Grupos y subgrupos. Cosets. Subgrupos invariantes. Grupo factor. Grupos de simetría de poliedros regulares. Representaciones de grupos. Criterios para grupos irreducibles. Caracteres. La representación adjunta. Los coeficientes de Clebsch-Gordan. El grupo simétrico. Las tablas de Young. Grupos continuos. Grupos y álgebra de Lie. Representaciones irreducibles. Grupos de rotación en dos y tres dimensiones. Suma de momentos angulares. Grupos lineales, unitarios, ortogonales y simplécticos. Isomorfismos. Tensores sin traza. Aplicaciones a la física nuclear y atómica. Clasificación de estados de partículas idénticas. El principio de Pauli. El espín isotópico. Espectros nucleares en acoplamiento L. S. Supermultipletes.

FISI 6483 Temas Especializados en Física Teórica I

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Física teórica, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

FISI 6484 Temas Especializados en Física Teórica II

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Física teórica, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

FISI 6485 Física de Semiconductores

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6451

Fundamentos mecano cuánticos de los dispositivos semiconductores. Heteroestructuras semiconductoras, uniones PN, pozos cuánticos Uniones metal-semiconductor, estados de superficie, portadores minoritarios, inyección. Transistores, diodos emisores de luz y láseres. Fabricación de dispositivos.

FISI 6500 Coloquio I-II

Créditos: 1

Los estudiantes participan de conferencias semanales ofrecidas por catedráticos invitados, miembros de la facultad y estudiantes graduados sobre temas actuales de la investigación en la Física. Es requisito que los estudiantes ofrezcan una conferencia en su segundo semestre del Coloquio.

FISI 6510 Temas Avanzados en Física

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Física, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

FISI 6896 Continuación de Tesis

Crédito: 0

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Este curso permite a los estudiantes graduados que no hayan terminado su tesis, y que hayan cumplido con todos los cursos y créditos de investigación requeridos, mantenerse como estudiantes activos mientras terminan su trabajo de tesis.

FISI 6991 Investigación para la Tesis

Créditos: 1-6

Trabajo de investigación para la disertación doctoral bajo la supervisión de un profesor del departamento.

FISI 6995 Seminario de Investigación

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Trabajo de investigación avanzado bajo la supervisión de un profesor del programa graduado.

FISI 8105 Temas en Ciencia de Materiales

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Ciencia de materiales, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

FISI 8115 Espectroscopia Infrarroja

Créditos: 3

Prerrequisito: FISI 6451

La teoría de la interacción de la radiación con la materia y técnicas experimentales relacionadas. Énfasis en las interacciones causantes de la dispersión Raman y la absorción y emisión de radiación infrarroja.

FISI 8116 Microscopia Electrónica Avanzada

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Técnicas de espectroscopia y microscopia electrónica de alta resolución, esenciales para el estudio y la caracterización detallada de los nanomateriales. Curso dirigido a estudiantes graduados que deseen ampliar sus conocimientos en la caracterización de materiales mediante el uso de espectroscopia y microscopia de alta resolución. Experiencia previa en microscopia electrónica básica y microscopia electrónica de transmisión. El curso está diseñado para proveer experiencia considerable en el uso de los instrumentos de alta resolución. Además, los estudiantes recibirán información teórica y consejos prácticos, a modo de conferencias breves, con el propósito de aprovechar al máximo los instrumentos disponibles. Los temas incluyen: microscopia electrónica de barrido de alta resolución, microscopia electrónica de transmisión de alta resolución, microscopia electrónica de transmisión y barrido de alta resolución, imágenes de alta resolución, difracción de electrones de alta resolución, espectroscopia de rayos X de alta resolución, y espectroscopia electrónica de pérdida de energía de alta resolución.

FISI 8135 Física y Química de Superficies

Créditos: 3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Ciencia de superficies, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

Superficies cristalinas. Termodinámica de superficies. Superficies cargadas: superficies electrostáticas, el dipolo superficial. Adsorción en superficies. Isothermas de adsorción. Ecuación de adsorción de Langmuir. Técnicas experimentales para el estudio de superficies: termodinámica, óptica y difracción. Técnicas de microscopia electrónica, difracción de electrones, rayos X, microscopio de efecto túnel (STM), microscopio de fuerza atómica (AFM). Superficies metálicas, teoría cuántica. Reacciones de los gases sobre las superficies. Catálisis.

FISI 8145 Electroquímica Avanzada

Créditos: 3

Celdas electroquímicas. Clasificación de los electrodos. Interfaces polarizables. Descripción termodinámica de la superficie cargada. El modelo Gouy-Chapman de las interfases cargadas lisas. El modelo primitivo. El modelo ion-dipolo. Técnicas experimentales para el estudio de los electrodos: voltamperometría, espectroscopia, rayos X, microscopio de efecto túnel (STM), microscopio de fuerza atómica (AFM). Teoría clásica de la adsorción en superficies cristalinas. Transporte a través de interfases cargadas Difusión. Reacciones químicas. Electrocinética. Teoría cuántica de la transferencia de electrones. Celdas de combustible.

FISI 8991 Investigación para la Tesis en Física Química

Créditos: 1-6

Trabajo de investigación para la disertación doctoral bajo la supervisión de un profesor del departamento para estudiantes en proceso de completar el grado doctoral en Física Química.

FISI 8992 Temas Especializados en Ciencia de Materiales

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Ciencia de materiales, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

FISI 8994 Temas especializados en la Física del Estado Sólido

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Física del estado sólido, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.

FISI 8995 Seminario en Física Química

Créditos: 1

Los estudiantes participan de conferencias semanales ofrecidas por catedráticos invitados, miembros de la facultad y estudiantes graduados sobre temas actuales de la investigación en la Física Química. Es requisito que los estudiantes ofrezcan una conferencia en su segundo semestre del seminario.

FISI 8996 Temas especializados en Física Química

Créditos: 1-3

Prerrequisito: Autorización del profesor.

Curso avanzado sobre temas de la Física química, seleccionados según el interés y la necesidad del estudiante.