

## Infraestructura física y apoyo administrativo

El Doctorado en Ciencias en Física cuenta con infraestructura propia tanto para actividades de investigación como de docencia, cuya ubicación física está en los módulos Z, Z1 y Z2 del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, las instalaciones del Instituto de Astronomía y Meteorología (para estudiantes que se especializan en Astrofísica).

### Infraestructura para la docencia y atención a alumnos.

Para actividades de docencia se cuenta con dos aulas de uso exclusivo de este programa, equipadas cada una de ellas con mobiliario suficiente para alojar a los estudiantes de cada curso. La planeación de los horarios de clases ha permitido que estos espacios sean suficientes para la impartición de cursos teóricos. Además, los estudiantes que se forman en las áreas de astrofísica y física de materiales cuentan con laboratorios y otros espacios para el desarrollo de cursos teórico-prácticos,

También se tiene una sala de conferencias o usos múltiples con capacidad de 50 personas, ubicado en el módulo Z. Esta área cuenta con aire acondicionado y equipo de videoproyección; y ha sido destinado a la realización de seminarios, conferencias de profesores visitantes y reuniones académicas entre estudiantes y profesores de este programa.

Todos los profesores-investigadores de este programa cuentan con cubículo propio y con al menos una computadora de modelo reciente con conexión a Internet y una impresora personal.

Se tiene además apoyo secretarial (una secretaria) con oficina propia, computadora en red, impresora láser de alto rendimiento en red, scanner, 2 líneas de teléfono, fax y copiadora de alto rendimiento de uso exclusivo de este programa.

### Infraestructura para la Investigación

Se tienen **7 laboratorios** en los cuales se encuentran desarrollando sus trabajos de tesis, los estudiantes de este programa que trabajan en el área de Física de Materiales. Además, en estos espacios se desarrolla el proceso de aprendizaje de carácter práctico para los estudiantes que se forman en el área de Física de Materiales y que consiste en la capacitación en el uso de equipo y de técnicas de elaboración de materiales.

La descripción de estos laboratorios es la siguiente:

- 1. Laboratorios de síntesis de materiales (2).** Destinados a la preparación de nuevos materiales inorgánicos micro y nanoestructurados, obtenidos por diversas vías de síntesis, tales como solución, co-

precipitación, hidrotermal, pirólisis de aerosol asistido por ultrasonido y método cerámico. En conjunto, estos laboratorios cuentan con 2 campanas de extracción de gases, cristalería, diversos reactivos, 5 hornos con temperatura máxima de operación de 1100°C y 2 muflas (200 °C máximo), prensa hidráulica para elaboración de compactados de polvos, etc. En uno de estos laboratorios se hacen también, películas delgadas por la técnica de depósito en baño químico (CBD).

**2. Laboratorio de procesamiento láser de materiales.** En el que se realizan experimentos de Procesamiento por impactos láser (LSP), con un láser Nd:YAG con una energía y duración de pulso de 900 mJ y 5 ns; proporcionando energía suficiente para establecer esfuerzos residuales de compresión, en diferentes metales de interés industrial. En este laboratorio se elaboran películas delgadas por la técnica de depósito con láser pulsado (PLD). Con este mismo sistema se sintetizan materiales nanoestructurados, por ablación láser confinada en líquidos, y se realizan tratamientos de películas semiconductoras y metálicas, con diversas funcionalidades.

**3. Laboratorios de microscopía electrónica (4 microscopios).** En ellos se cuenta con dos microscopios electrónicos de barrido, un SEM Jeol 5400 LV y un FE-SEM Tescan Mira3 (de emisión de campo); dos microscopios electrónicos de transmisión, un TEM Jeol JSM-1010 -que opera hasta 100 kV- y un TEM Jeol JEM-2100 -que opera hasta 200 kV-, ambos cuentan con la técnica de difracción de electrones (SAED). Los sistemas Mira3 y Jeol JEM-2100 son de reciente adquisición. En conjunto con estos equipos de microscopía electrónica se cuenta con sistemas de adquisición de imágenes, equipos para recubrimiento de muestras por erosión catódica de metales y por evaporación de carbón.

**4. Laboratorio de difracción de rayos X.** En el que actualmente se cuenta con un difractómetro de rayos X en polvo Rigaku Miniflex. Y se espera la llegada de un difractómetro de rayos X Panalytical X'Pert. Ambos sistemas están equipados con fuente de rayos X de cobre. El sistema Panalytical contará con detector rápido, además de la infraestructura para medir difracción en películas delgadas y la modularidad necesaria para una vasta gama de técnicas de rayos X.

**5. Laboratorio de caracterización de propiedades de transporte de materiales.** Cuenta con hornos tubulares programables (Thermolyne), multímetros digitales (Agilent), un sistema de adquisición de datos, un potenciómetro (Solartron 1285A), un equipo de espectroscopia de impedancia (Solartron 1260), un equipo LCR (Agilent), campana de extracción de gases, sistema de mezclado de gases (MKS Instruments), etc.

**6. Laboratorio de caracterización óptica de materiales.** Este laboratorio está equipado con una mesa holográfica y un banco óptico, en los cuales se tiene montada la infraestructura necesaria para realizar espectroscopias de dispersión Raman, Fotoluminiscencia (emisión y excitación), Fotorefectancia, en formato convencional y micro. Para estas técnicas se emplea un monocromador Acton de 75 cm de longitud focal, con su propio sistema de amplificador; se cuenta además con un amplificador Lock-In, un Integrador Box-Car acoplado a un láser pulsado de Ne-Cu (248 nm), un láser de Argón con enfriamiento por aire con emisiones seleccionables 514.5 nm, 488 nm y 457 nm, láser DPSSL en 473 nm, un diodo láser en 685 nm. Así como una lámpara de Xenón de 1000 W y un sistema de microrefrigeración para mediciones hasta 70 K, en base a Nitrógeno gaseoso a alta presión. Además, se cuenta con un monocromador pequeño y un par de mini-espectrómetros, al igual que los accesorios ópticos que permiten los montajes mencionados.

Toda la infraestructura mencionada es utilizada para la caracterización de los materiales sintetizados por los estudiantes como parte de sus trabajos de tesis. Esta resulta ser una herramienta importante en el proceso de enseñanza práctica que permita a los estudiantes adquirir habilidades experimentales útiles en investigación y otros ámbitos laborales. Por otra parte, varios de estos instrumentos, se utilizan para dar servicios a la industria y apoyo a proyectos de investigación del propio Centro Universitario y de otras instituciones.

Además, se cuenta con **colaboraciones** que permiten realizar estudios tales como: análisis térmicos (DTA/TGA), microscopías de barrido y transmisión de alta resolución, espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS), micro espectroscopia Raman de alta resolución, efecto Hall, el depósito de películas delgadas por técnicas adicionales, etc, en instituciones como el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, University of New Mexico, Centro de Nanociencia y Nanotecnología de la UNAM, Universidad Veracruzana, Universidad de Colima, entre otros.

Por otra parte los alumnos que se especializan en Astronomía y Astrofísica disponen de equipo de cómputo y software para análisis de imágenes de regiones específicas del espacio, y cuentan con tiempo de telescopio, del cual hacen uso mediante visitas periódicas que realizan al Observatorio de San Pedro Mártir (UNAM), en Baja California.