

INFRAESTRUCTURA - Espacios, laboratorios, talleres y equipamiento.

A. Espacios

La disponibilidad y funcionalidad de los espacios con que cuentan los programas de posgrado de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN son óptimas para la impartición de cursos tanto teóricos (modo presencial) como experimentales. Se cuenta con: 36 aulas con capacidad promedio de 15 personas para impartir todos los cursos del programa; 5 salones de seminarios; cada uno con equipo audiovisual, proyector, computadora, pizarrón, 1 auditorio, 1 biblioteca-hemeroteca; 4 aulas exclusivas para los posgrados (Maestría y Doctorado) en el Edificio de Física Avanzada, 20 laboratorios para la realización de las actividades académicas y de investigación y 4 talleres de apoyo a dichos laboratorios. Adicionalmente, los profesores y alumnos del programa tienen acceso a instalaciones de uso general en el IPN, tales como la Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología (www.dirbibliotecas.ipn.mx), el centro de videoconferencias, auditorios mayores, centro de cómputo-central, centros de apoyo politécnico (para alumnos), servicio médico, instalaciones deportivas, talleres culturales (Centro Cultural Jaime Torres Bodet www.cultura.ipn.mx), etc.

Los estudiantes de posgrado cuentan con un espacio adecuado, equipado con escritorio propio y computadora con acceso a internet y a todos los servicios informativos de la red Institucional. Estos espacios están distribuidos en cubículos compartidos (ANEXO-SEPI-ESFM), lo mismos que en el laboratorio donde llevan a cabo sus trabajos de tesis, aquellos que realizan tesis experimentales. Todos los profesores cuentan con cubículo propio con computadora actualizada, impresora y acceso a internet y a la red Institucional. Las instalaciones de los programas de posgrado incluyen 2 oficinas para profesores visitantes, igualmente equipadas, sala de exámenes (Aula 301 ubicada en el 3er. Piso del Edificio 9), un auditorio con capacidad para 300 personas; así como un área de atención Académico-Administrativa (Control Escolar, Coordinación de Posgrado, Coordinación de Investigación y Jefatura). Aunado a lo anterior los proyectos y colaboraciones de los profesores del programa hacen posible el acceso a las instalaciones de otras instituciones nacionales y extranjeras.

Los programas de posgrado de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN, no cuentan con el equipamiento necesario para cursos a distancia o en línea, ya que todos los cursos tanto teóricos como experimentales son presenciales, así como el uso de los laboratorios de investigación para trabajo de tesis experimentales y de investigación.

Por tanto, los programas de posgrado cuentan con la infraestructura académico/docente necesaria para asegurar la realización adecuada de las actividades de los estudiantes y profesores.

B. Laboratorios y talleres

Todas las instalaciones son espacios libres de humo de tabaco, conforme a la reglamentación institucional. Existen programas institucionales sobre seguridad, simulacros de evacuación, emergencias químicas y manejo de sustancias tóxicas. Los laboratorios cuentan con señalizaciones de salidas de emergencia y extintores en servicio.

Los programas de posgrado de la ESFM cuentan con 20 laboratorios con equipo e instalaciones adecuados para actividades de investigación de acuerdo a su orientación. Los estudiantes tienen acceso a laboratorios, así como a las áreas comunes, para realizar actividades de investigación bajo condiciones de seguridad y supervisión del responsable de cada laboratorio y/o del director de tesis. Los laboratorios disponen de las instalaciones, equipos, condiciones y reglamentos necesarios para satisfacer los requerimientos de los programas. Ninguno de los laboratorios cuenta con certificación; aunque ya se está trabajando con algunos de ellos para dicho proceso.

La infraestructura de laboratorios y talleres es:

1) Laboratorio de Cómputo.

2) Laboratorio de Física del Estado Sólido (procesamiento y caracterización): Espectrofotómetro de FT-IR, sistema de erosión catódica magnetoplanar-rf, laser de argón de 5 watts, doble monocromador, sistema de ablación laser, laser excímero y titanio-zafiro, laser ND-YANG, sistema de mediciones ópticas (fotoluminiscencia y raman) a bajas temperaturas. Sistema de evaporación física, espectrofluorímetro, sistema de mediciones dieléctricas a bajas temperaturas, sistemas de síntesis de nanotubos de carbono por descarga de arco eléctrico y cvd, calorímetro ac de bajas temperaturas, microscopio de sonda de barrido (SPM), espectrómetro de masas de tiempo de vuelo.

3) Laboratorio de Mediciones Magnéticas y Biofísica (MMB): Espectrómetro de Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR) marca Bruker con sistema de temperatura variable de 6-450 K, Sistema de iluminación (UV-VIS) *in situ* para la generación de radicales libres (RL) (en sistemas biológicos) y defectos (en muestras de estado sólido); Espectrómetro de Resonancia Ferromagnética (FMR) marca JEOL; Espectrómetro ENDOR asociado al espectrómetro EPR, Espectroscópicas LFS y MAMMAS, Sistemas de N₂, y He líquido, asociado a espectrómetro FMR, balanza de susceptibilidad magnética a temperatura ambiente.

4) El Laboratorio de Reología y Física de la Materia Blanda cuenta con equipo de caracterización reológica como reómetros rotacionales y de capilar con accesorios, un equipo de velocimetría por imágenes de partículas, un microscopio óptico, máquinas de pruebas mecánicas, así como con equipo de transformación de plásticos con accesorios para análisis en un amplio intervalo de temperaturas, presiones y razones de corte.

5) Laboratorio de Espectroscopía Mössbauer y Técnicas Complementarias (LEMyTC): Sistema de difracción de rayos X "D8 ADVANCE", Espectrómetro de Infrarrojo de Transformada de Fourier (FT-IR) Equinos 55, 4000-50 cm⁻¹, ambos de la marca Bruker. El FIT-IR está acoplado a una Termobalanza para análisis termogravimétrico de TA-1550 °C , marca Netzsch; Espectrómetro Mössbauer de transmisión de 1000-12 K, marca WISSEL GMBH; Insinerador de laboratorio de Microondas RAD-1000, marca North Atlantic Equipment sales Inc; Espectrómetro de impedancias a baja y alta temperatura; horno mufla de TA-1200 °C y caja de guantes de atmósfera controlada (nitrógeno).

6) Lab. de espectroscopía de absorción UV-Vis e infrarrojo. Espectrofotómetro de infrarrojo, 2000 Perkin Elmer, Espectrofotómetro UV-Vis, Lambda35 Perkin Elmer.

7) Laboratorio de difracción de Rayos X: 2 difractómetros de polvos, altas temperaturas y figuras polares, difractómetro Siemens, difractómetro Bruker de alta resolución.

8) Laboratorio de microscopía electrónica: microscopio electrónico de barrido FEI, devastador iónico, recubrimientos por sputtering.

9) Laboratorio de Síntesis de Películas Delgadas: Sistema de Evaporación en Espaciado Cercano (CSVT: Close-Spaced Vapor Transport) para el depósito de compuestos II-VI y III-V con sistema de alto vacío.

10) Laboratorio de Películas Delgadas: Sistema de Depósito por Erosión Catódica (Sputtering) que opera con una fuente DC y una RF para crecimiento de películas delgadas de óxidos conductores transparentes (TCO's: ZnO, ZnO:Al, SnO₂:F, ITO) de alta y baja resistividad y de conductores metálicos (Mo, Al, Ni, Cu) como parte del procesamiento de celdas solares de película delgada. Sistema de Depósito Físico de Vapor que cuenta con 4 celdas Knudsen de efusión tipo MBE para el depósito de compuestos ternarios y cuaternarios (CIS, CIGS) para el procesamiento de celdas solares. Sistema de evaporación directa para el depósito de contactos metálicos.

11) Laboratorio de pre-manufactura de paneles solares de película delgada cuenta con cuatro estaciones de trabajo para los procesos de: 1. Escritura mecánica y laser, 2. Encapsulado, enmarcado y puesta de terminales borneras, 3. Depósito electroquímico de pistas de Cu, y 4. Proceso xerográfico.

12) Laboratorio de Ablación Láser: Sistema de Ablación Láser para el depósito de compuestos semiconductores. Sistema de análisis químico por espectroscopia de tiempo de vuelo. Sistema para la medición de espesores, técnica de perfilometría. Láser pulsado de Nd:YAG de alta intensidad.

13) Laboratorio de Espectroscopía Raman y Fotoluminiscencia: Sistema de espectroscopía de Raman. Sistema de espectroscopía de Fotorreflectancia. Sistema para la medición de Fotoluminiscencia. Sistema de espectroscopía Infrarroja FTIR. Sistema de espectroscopía Ultravioleta-Visible-Infrarojo Cercano.

14) Laboratorio de Microscopía de Fuerza Atómica y Fluorimetría: Microscopio de fuerza atómica. Sistema para la medición de Fluorimetría. Sistema para la medición de capacidades caloríficas específicas de películas delgadas.

15) Laboratorio de Caracterización de Celdas Solares: Simulador Solar, Sistema para la medición de la característica Corriente vs. Voltaje de las celdas solares procesadas, Sistema para la medición de la respuesta espectral de las celdas solares procesadas, Sistema de monitoreo de Corriente vs. Voltaje de las celdas solares bajos condiciones climáticas reales de operación.

16) Laboratorio de Fotoluminiscencia: Doble monocromador SPEX-1403, Laser cw Ar⁺ Stabillite 2017 Spectra Physics, Laser cw HeCd dual Kimon, Laser cw HeNe monolínea Melles Griot, Laser Ti-Safiro 375 B Spectra Physics, Laser Tintas (Rodamina) 3900S Spectra Physics Sistema de detección: fotomultiplicador (PMT), Contador de fotones para sistema de detección (PMT), Preamplificador para contador de fotones, Sistema de detección: CCD, Criostato para baja temperatura (10 K), Controlador de redes de difracción para monocromador.

17) Laboratorio de aleado mecánico: Molinos spex (mecanosintesis), Caja de guantes con atmosfera controlada, Horno de alta temperatura, opera en vacio y atmosfera controlada, Reactor para hidruración, Horno de radiación infraroja, Muflas para temperaturas hasta 1400 C, Hornos de sales.

18) Laboratorio de metalografía: Cortadoras, pulidoras mecánicas, pulidoras eletrolíticas, microscopios metalográficos, analizador de imágenes.

19) Laboratorio de Fotorreflectancia: Monocromadores Triax 320, IAS. Jobin Yvon-Spex,

Amplificador Lock-in Mod. 810, Stanford Research, Criostato Advanced Research Systems, Inc., Cortador optico (chopper) modelo SR540 Stanford Research Systems.

20) Laboratorio de Ingeniería Nuclear (IN): Reactor nuclear subcrítico de agua ligera y uranio natural, espectrómetro rayos gamma de alta resolución con detector de germanio hiperpuro, analizadores multicanal, fuente isotópica de neutrones de PB-BE, fuente gamma de 40 mCu de cobalto-60 y varias fuentes calibradas de radiación alfa, beta y gamma, equipos de detección, de radioquímica y dosimetría termoluminiscente. La programación y uso adecuado de los laboratorios y equipos, así como la programación y seguimiento del mantenimiento son responsabilidad de un jefe de laboratorio; como apoyo cuentan con reglamentos de laboratorio.

21) Talleres: de ajuste mecánico, vidrio, eléctrico y carpintería.

El IPN a través de la SIP y COFFA, destina presupuesto para la compra de equipos, materiales y suministros de laboratorio; así como para mantenimiento de equipos y adecuaciones de laboratorio. Cada profesor del NAB cuenta con un proyecto de investigación financiado por el IPN, para la compra de materiales, suministros y servicios. La ESFM cuenta con un departamento de servicios administrativos que apoya la adquisición de los materiales y suministros necesarios para las actividades académicas y de investigación. Los laboratorios cuentan con espacios y equipos especiales, tales como refrigeradores, para la conservación de los materiales y reactivos que así lo requieran; la ESFM cuenta además, con un almacén general.