
Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente

Asignatura: Técnicas para el estudio de materiales

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

Modalidad:

(posgrado, educación permanente o ambas)

Posgrado X

☐

Educación permanente

☐

Profesor de la asignatura ¹: Dra. Sofia Favre, gr 3 DT, Instituto de Física

Profesor Responsable Local ¹: Dra. Sofia Favre, gr 3 DT, Instituto de Física

Otros docentes de la Facultad: Dr. Javier Pereyra, gr 3 DT, Instituto de Física

Docentes fuera de Facultad: Dr. Mauricio Rodríguez, gr 3 DT (FING), Dra. María Eugenia Pérez, gr 3 DT (CURE), Dra. Ivana Aguiar, gr 3 DT (FQ), Dra. Livia Arizaga, gr 3 DT (FQ), Dra. Andrea de León gr 3 DT (FQ) y Dr. Mariano Romero, gr 4 DT (FQ)

¹ Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

Programa(s) de posgrado: Posgrado en Ingeniería Física

Instituto o unidad: Instituto de Física,

Departamento o área: Física del Estado Sólido

Horas Presenciales: 106,

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

Nº de Créditos: 15

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelAR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

Público objetivo:

El curso está enfocado a posgrado de las carreras de física, química, ingeniería física y afines.

Cupos: No tiene

Objetivos:

El objetivo del curso es introducir al estudiante en diferentes técnicas experimentales para el estudio de materiales, y con ello también un acercamiento a distintos tipos de materiales (semiconductores, superconductores, nanomateriales, amorfos, polímeros, etc) a través de la aplicación de estas técnicas.

Dar a conocer la ciencia de materiales como área interdisciplinaria, permitiéndoles a los estudiantes acceder a un conjunto de herramientas experimentales que puedan incorporar a su trabajo de investigación/tesis en el futuro. Mediante el proyecto de final de curso los estudiantes podrán trabajar directamente con algunas de las técnicas trabajadas en el curso. Logrando de esta forma una primera experiencia en el trabajo de caracterización de materiales.

Conocimientos previos exigidos:

Carreras de grado de física, química, ingeniería física, otras carreras relacionadas con materiales.

Para estudiantes de grado o formación docente buena base de física, matemáticas y nociones de trabajo en laboratorio.

Conocimientos previos recomendados: Física del estado Sólido o similar.

Metodología de enseñanza:

El curso pretende introducir al estudiante en diferentes técnicas experimentales para el estudio de materiales. El mismo, se divide en seis módulos detallados en el temario, comprendiendo distintos tipos de técnicas de caracterización que abarcan desde la morfología del material (microscopía electrónica, DLS y absorción de gases) hasta las propiedades que éstos exhiben (ópticas, vibracionales, estructurales, térmicas, eléctricas, magnéticas y mecánicas). Cada módulo tendrá una duración de dos o tres semanas según se establece en el temario, en las cuales se describe la técnica, el potencial de la misma, como se analizan los datos, se trabajarán algunos ejemplos de su aplicación. Además, se prevén instancias prácticas donde se mostrará la técnica en el laboratorio, y el estudiante podrá utilizarla.

El curso tiene seis horas presenciales de clase, que abarcan los ítems anteriores (descripción de las técnicas, potencial, análisis de datos, ejemplos y utilización del equipamiento). Se prevé un tiempo equivalente de estudio particular para el correcto seguimiento del curso (6 horas más por semana que incluyen las 5 horas de resolución de ejercicios que se menciona en el siguiente párrafo). Cada módulo tendrá dos horas de consulta extras a las clases.

Al final de cada módulo se dará una serie de ejercicios o problemas a resolver relacionados con la técnica, que deben ser entregados luego de un tiempo estipulado. Estos ejercicios conllevan un porcentaje de la nota del curso. Se estima un tiempo promedio de 5 hs de dedicación por tarea. También tendrá dos horas de clase de consulta por módulo.

Al final del curso, se debe elegir un pequeño proyecto de investigación en una de las técnicas estudiadas. Esto puede incluir aplicar la técnica a materiales de su interés, u otro proyecto propuesto por el docente. En este caso el estudiante deberá proponer como aplicar la técnica, estudiando bibliografía relacionada al material y la técnica, debe realizar las medidas, procesarlas y analizar los resultados. Finalmente, el estudiante compilará los resultados en una presentación final, que forma parte de la evaluación final. Esto se estima en 30 horas, donde 10 horas serán directamente de laboratorio, 10 horas de procesamiento y 10 horas más para elaborar el material.

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 45

- Horas de clase (práctico): 25
- Horas de clase (laboratorio): 20
- Horas de consulta: 12
- Horas de evaluación: 4
 - Subtotal de horas presenciales: 106
- Horas de estudio: 60
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 30
- Horas proyecto final/monografía: 30
 - Total de horas de dedicación del estudiante: 226

Forma de evaluación:

Cada módulo tendrá una evaluación con ejercicios obligatorios, que se entregarán al final del módulo correspondiente. Estos ejercicios conllevan el 50% de la nota del curso.

Al final del curso se debe elegir un módulo sobre el cual realizar un pequeño proyecto de investigación. Este puede ser propuesto por el estudiante o dentro de un conjunto de propuestas de los docentes.

El examen consta de una exposición oral sobre el proyecto realizado y preguntas generales del curso. El examen conlleva el segundo 50% de la nota final.

La forma de evaluación es común a ambas modalidades.

Temario:

Módulo 1 – Propiedades Térmicas (2 semanas).

Análisis térmico, técnicas disponibles y breve descripción de los equipos usados. Calorimetría Diferencial de Barrido. Cinéticas de reacción, obtención de sus parámetros más relevantes como la energía de activación del proceso. Tratamiento de datos. Técnicas híbridas. Ejemplos en Materiales Amorfos, cambios de fase, transición vítrea y cristalización. Dr. Mauricio Rodríguez.

Módulo 2 – Propiedades ópticas. (2 semanas)

Propiedades ópticas de materiales, conductores y semiconductores. Técnicas de caracterización por Fotoluminiscencia, Transmitancia y Reflectancia óptica e interpretación de los resultados. Ejemplo de aplicación a materiales semiconductores para celdas solares y materiales nanoestructurados. Dr. Javier Pereyra.

Módulo 3 – Difracción de rayos x aplicado a materiales. (2 semanas)

Descripción de la técnica de difracción de rayos X. Se describirán los elementos básicos de la difracción de rayos X de un sólido cristalino, incluyendo los factores de correcciones instrumentales y térmicas que deben considerarse. Se introducirán ejemplos de aplicación de la técnica en el estudio de materiales. Se realizarán medidas experimentales en un difractómetro de polvo sobre muestras proporcionadas por el docente o el estudiante, se realizará un análisis de las mismas. Dra. Sofía Favre.

Módulo 4 – Espectroscopía vibracional. (3 semanas)

Técnicas de FTIR y Espectroscopía Raman. Ejemplos en compuestos de coordinación o polímeros (donde se pueden ver variados grupos funcionales), y sólidos inorgánicos como polifosfatos, alumbres, etc. Estudio de portadores de carga en semiconductores orgánicos y sus nanocompuestos mediante microscopía Raman confocal. Análisis de la complementariedad de ambas técnicas. Dra. Livia Arizaga y Dr. Mariano Romero.

Módulo 5 – Microscopía Electrónica. (3 semanas)

Microscopías electrónicas de transmisión y de barrido (TEM y SEM) y técnicas relacionadas. Funcionamiento básico de los equipos, prestaciones y consideraciones para estudios de materiales inorgánicos y biológicos con enfoque en nanomateriales. Ejemplos de uso. Observación remota de muestras de nanomateriales en TEM. Obtención de imágenes de campo claro y campo oscuro y análisis de espectrometría de rayos X. Procesamiento de imágenes y de espectros. Dra. Ivana Aguiar, Dra. María Eugenia Pérez y Álvaro Olivera.

Módulo 6 – Propiedades Texturales y Morfología. (2 semanas)

Caracterización de sólidos mediante la adsorción superficial de gases. Obtención de isothermas de adsorción-desorción de gases. Determinación de superficie específica, porosidad y distribución de tamaños de poros. Breve descripción de los equipos volumétricos de adsorción de gases. Ejemplos de aplicación a diferentes materiales. Dra. Andrea De León. Determinación del tamaño de nanopartículas por dispersión de luz (DLS) y carga superficial mediante potencial Z. Fundamentos de las técnicas. Ejemplos con nanopartículas. Aplicaciones.

Bibliografía:

Módulo 1.

- [1] W. W. Wendlandt, Thermal Analysis, John Wiley & Sons, 1986.
- [2] Höhne, Günther, Hemminger, Wolfgang F., Flammersheim, H.-J., Differential Scanning Calorimetry, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003.
- [3] [Jerzy Zarzycki](#), Glasses and the Vitreous State, Cambridge University Press, 1991.

Módulo 2.

- [4] The Physics of Thin Film Optical Spectra. An Introduction. O. Stenzel Springer International Publishing, 2nd ed.
- [5] Optical properties of Solids. M. Fox., Oxford University Press, 2010 2nd ed.
- [6] G. Guerguerian, F. Elhordoy, C.J. Pereyra, R.E. Marotti, F. Martín, D. Leinen, J.R. Ramos-Barrado, E.A. Dalchiele, ZnO/Cu 2O heterostructure nanopillar arrays: Synthesis, structural and optical properties, J. Phys. D. Appl. Phys. 45 (2012). doi:10.1088/0022-3727/45/24/245301.
- [7] G. Guerguerian, F. Elhordoy, C.J. Pereyra, R.E. Marotti, F. Martín, D. Leinen, E.A. Ramos-Barrado, J.R. Dalchiele, F. Martín, ZnO nanorod/CdS nanocrystal core/shell-type heterostructures for solar cell applications, Nanotechnology. 22 (2011). doi:10.1088/0957-4484/22/50/505401.
- [8] M. Berruet, C.J. Pereyra, G.H. Mhlongo, M.S. Dhlamini, K.T. Hillie, M. Vázquez, R.E. Marotti, Optical and structural properties of nanostructured ZnO thin films deposited onto FTO/glass substrate by a solution-based technique, Opt. Mater. (Amst). 35 (2013). doi:10.1016/j.optmat.2013.08.018.

Módulo 3.

- [9] Kittel, C., McEuen, P., & McEuen, P. (1996). Introduction to solid state physics (Vol. 8, pp. 105-130). New York: Wiley.
- [10] Apuntes del curso de difracción de rayos x. Daniel Ariosa. 2009.
- [11] Cullity, B.D. - Elements of X-Ray Diffraction. Addison Wesley, Pub. Co. Inc., 1967.
- [12] Giacovazzo - Fundamentals of Crystallography (Second Edition), International Union of Crystallography, 2002.
- [13] Ladd, MFC, Palmer R.A. - Structure Determination by X-ray crystallography, 1993.

Módulo 4.

- [14] Nakamoto, K., & Czernuszewicz, R. S. (1993). [11] Infrared spectroscopy. In Methods in enzymology (Vol. 226, pp. 259-289). Academic Press.
- [15] Kazuo Nakamoto, Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds: Part A: Theory and Applications in Inorganic Chemistry, Sixth Edition, 2009, John Wiley & Sons.
- [16] Ewen Smith & Geoffrey Dent, Modern Raman Spectroscopy – A Practical Approach, 2005, John Wiley & Sons.

Módulo 5.

- [17] "Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science", Williams, David B., Carter, C. Barry, 2009.
- [18] "Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis", Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Michael, J.R., Ritchie, N.W.M., Scott, J.H.J., Joy, D.C., 2018.
- [19] "Introducción a la nanotecnología", [Charles Poole](#), [Frank Owens](#), 2007.

Módulo 6.

- [20] Dynamic Light Scattering. B. J. Berne and R. Pecora, John Wiley, New York, 1976, pp. 376.
- [21] B. J. Frisken, Revisiting the method of cumulants for the analysis of dynamic light-scattering data, Vol. 40, No. 24 APPLIED OPTICS, 2001, 4087.
- [22] A. Ono, H. Togashi, Angew. Chem. Int. Ed. 43 (2004) 4300–4302.
- [23] F. Rouquerol, J. Rouquerol, K.S.W. Sing, P. Llewellyn, G. Maurin. Adsorption by Powders and Porous Solids: principles, methodology and applications. 2nd Ed., Elsevier/Academic Press, Amsterdam, 2014.
- [24] S. Lowell, J.E. Shields. Powder Surface Area and Porosity. 2nd Ed., Chapman and Hall, London, 1984.
- [25] K.S.W. Sing, D.H. Everett, R.A.W. Haul, L. Moscou, R.A. Pierotti, J. Rouquerol, T. Siemieniowska, Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity. Pure Appl. Chem. 57, 1985, 603-619.

Datos del curso

Fecha de inicio y finalización: Comienzo el 16 de marzo del 2026, finalización el 30 de junio del 2026.

Horario y Salón: lunes de 10 a 13hs y miércoles de 13 a 16hs. Se dicta rotativo entre FING y FQ, el horario se define previo a comenzar el curso.

Arancel:

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

No corresponde.

Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado: No corresponde

Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente: No corresponde
