



CÓRDOBA, 30 de junio de 2022

VISTO, el expediente por el cual el Secretario de Posgrado solicita el aval académico de este Consejo para la aprobación del curso de posgrado "Caracterización Textural de Sólidos Nanoporosos mediante Adsorción de Gases"; y

CONSIDERANDO

Que uno de los objetivos de este curso es entender, desde el punto de vista experimental, los cuidados en el proceso de adsorción y proporcionar criterios, describiendo los conceptos y modelos básicos teóricos, para interpretar los resultados.

Que también busca que los cursantes puedan adquirir las herramientas y metodología necesaria para interpretar las diferentes isotermas y sus modelos para poder aplicarlas a los diversos materiales porosos

Que tratado el tema por la Comisión de Enseñanza, ésta sugiere al Consejo Directivo otorgar el aval académico, solicitando al Consejo Superior su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones conferidas por el Estatuto Universitario en vigencia.

**EL CONSEJO DIRECTIVO
DE LA FACULTAD REGIONAL CORDOBA
en su Tercera Reunión Ordinaria del día 30/06/2022
RESUELVE**

ARTICULO 1º: OTORGAR el aval académico a la propuesta de aprobación del curso de posgrado "Caracterización Textural de Sólidos Nanoporosos mediante Adsorción de Gases", que obra como Anexo I de la presente resolución y que consta de cuatro (04) fojas.

ARTÍCULO 2º.- ELEVAR la propuesta a la Comisión de Posgrado de la Universidad para su análisis y posterior remisión al Consejo Superior para su aprobación.

ARTICULO 3º: Regístrese, comuníquese, cumplido, archívese.-

RESOLUCIÓN Nº: 1014/2022

Intervino
G.A.D

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ
Secretario Académico

Ing. HÉCTOR R. MACAÑO
Decano



ANEXO I – Res. N° 1014/22

CARACTERIZACIÓN TEXTURAL DE SÓLIDOS NANOPOROSOS MEDIANTE ADSORCIÓN DE GASES

FUNDAMENTACIÓN y JUSTIFICACIÓN

Dentro del campo de la Ciencia de los Materiales, los materiales con poros del orden de los nanómetros (desde unos pocos nm hasta 100 nm) ocupan un importante rol por sus diversas aplicaciones, principalmente en el campo de la Energía y Medioambiente. Estas aplicaciones se basan en aprovechar tanto la textura como la composición química de estos materiales siendo los procesos superficiales como los de Adsorción y Catálisis los más utilizados.

La textura de un sólido, se refiere a la superficie específica, el volumen de poros y la distribución de tamaño de poros que presentan. La técnica más utilizada para caracterizar estas propiedades, es la adsorción de gases, en particular la de nitrógeno a 77K, que como llega a condensarse se lo puede denominar vapor. Se ha prestado especial atención a esta técnica encontrando ciertas dificultades asociadas principalmente al tamaño de los poros y a la presencia de grupos superficiales, lo que influye en forma directa en los datos de la textura del material. En el estudio de la caracterización textural, lo que se obtiene experimentalmente es una isoterma de adsorción la que merece especial atención, ya que de su forma se puede sacar información enriquecedora. A partir de los datos experimentales, se utilizan modelos y se suponen geometrías, que dependen específicamente de las características de las muestras y de las regiones de análisis, por lo que se han realizado muchos estudios encontrando cuales son los modelos/métodos más adecuados para los distintos materiales.

En este curso se explicará con detalle la técnica de adsorción de gases para caracterizar materiales, puntualizando los detalles experimentales para obtener resultados repetibles y lo más precisos que permita el experimento. Se destacarán las posibles formas de isotermas analizando su clasificación y se explicarán los modelos más aceptados y aplicables a diversos materiales nanoporosos.

Objetivo General

Introducir a los estudiantes en el estudio de la adsorción de gases, para caracterizar la textura, porosidad y superficie específica, de materiales con poros desde unos pocos angstroms hasta cincuenta nanómetros.

Objetivos Específicos

Entender, desde el punto de vista experimental, los cuidados en el proceso de adsorción.

Proporcionar criterios, describiendo los conceptos y modelos básicos teóricos, para interpretar los resultados.

Adquirir las herramientas y metodología necesaria para interpretar las diferentes isotermas y sus modelos para poder aplicarlas a los diversos materiales porosos



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

CONTENIDOS MÍNIMOS

- Adsorción, conceptos básicos
- Energía de interacción adsorbato-adsorbente
- Monocapa molecular y superficie específica - Condensación capilar
- Análisis de micro y mesoporosidad
- Volúmenes de poros.

CONTENIDO CURRICULAR

- Introducción.
- Superficies: Características, descripción
- Adsorción: Fisi y quimisorción, definición, características.
- Sólidos Porosos clásicos; características, clasificación, descripción
- Técnicas Experimentales y Métodos.
- Método Manométrico para medir adsorción: descripción y manejo de equipos
- Determinación de las Isotermas de Adsorción
- Clasificación de las Isotermas según la IUPAC
 - Caracterización textural: Superficie específica
- Conceptos, descripción y uso.
- Modelo: Brunauer, Emmet y Teller: descripción, modo de obtención y aplicación.
 - Microporosidad.
 - Teoría de Dubinin y colaboradores
 - Métodos gráficos: t plot y alfa
 - Distribución de tamaño de microporos: Howarth-Kawasoé, Saito Foley, etc.
 - Aplicación de la Teoría del Funcional de la Densidad
 - Métodos de Simulación, conceptos y aplicación de Monte Carlo.
- Mesoporosidad.
- Condensación Capilar: conceptos y aplicación
- Cálculo de la Distribución de tamaño de Poros: Barret Joyner y Halenda, Villarroel, Barrera y Sapag.
- Cálculos Adicionales
- Regla de Gurvich, volumen total de poros
- Uso del CO₂ para la estimación de ultramicroporos.

DURACIÓN

El curso tendrá una duración de SESENTA (60) horas.

METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El curso está dividido en dos etapas; la primera serán clases teóricas en aula, donde se expondrán los principales conceptos de la adsorción de gases en sólidos, se realizarán experiencias prácticas en el sortómetro y podrán trabajar sobre hojas de cálculo, como así también exposiciones de

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ
Secretario Académico



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

análisis de muestras modelos y discusiones. La segunda etapa constará de seminarios de aplicaciones prácticas, donde los estudiantes expondrán y defenderán los trabajos realizados de manera individual o en grupo.

EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Se solicita:

- 80% de asistencia,
- Aprobar un examen final escrito e individual (teórico - práctico) sobre lo desarrollado en la primera parte del curso (Etapa 1).
- Aprobar los seminarios áulicos trabajados en la segunda semana del curso (Etapa 2)

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ "Introducing a self-consistent test and the corresponding modification in the Barrett, Joyner and Halenda method for pore-size determination" J Villarroel-Rocha, D Barrera, K Sapag. *Microporous and Mesoporous Materials* 200, 68-78. (2014)
- ✓ IUPAC Technical Report Matthias Thommes*, Katsumi Kaneko, Alexander V. Neimark, James P. Olivier, Francisco Rodriguez-Reinoso, Jean Rouquerol and Kenneth S.W. Sing *Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report)*. *Pure Appl. Chem.* 2015
- ✓ "Critical overview of textural characterization of zeolites by gas adsorption". J Villarroel-Rocha, D Barrera, JJ Arroyo-Gómez, K Sapag. Part of the Structure and Bonding book series (STRUCTURE, volume 184) *New Developments in Adsorption/Separation of Small Molecules by Zeolites*. Springer (2020)
- ✓ "Insights of adsorption isotherms with different gases at 77 K and their use to assess the BET area of nanoporous silica materials" J Villarroel-Rocha, D Barrera, JJ Arroyo-Gómez, K Sapag. *Adsorption* 27 (7), 1081-1093
- ✓ "Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and applications", F. Rouquerol, J. Rouquerol, K.S.W. Sing, P. Llewellyn and G. Maurin. Academic Press 2014.
- ✓ "Characterization of porous Solids and Powders: Surface Area, Pore Size and Density", S. Lowell, J. Shields, M. Thomas and M. Thommes. Springer, 2004.
- ✓ "Adsorption, Surface Area and Porosity", 2ª Ed., S. J. Gregg and K.S.W. Sing, Academic Press (1982).
- ✓ "Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and applications", F. Rouquerol, J. Rouquerol and K. Sing, Academic Press 1999.
- ✓ "Powder Surface Area and Porosity", S. Lowell, J. Shields, Third Edition, Chapman & Hall, 1998.
- ✓ "Chemistry in two dimensions: Surfaces", G. Somorjai, Cornell U.P Ithaca (1982)
- ✓ "Analytical Methods in Fine Particle Technology", P.A. Webb, C. Orr, R.W. Camp, J.P. Olivier, Y.S. Yunes, Micromeritics Edition, 1997.
- ✓ "Experimental Evidence for Pore Blocking as the Mechanism for Nitrogen Sorption Hysteresis in a Mesoporous Material" Rigby Sean P. and Fletcher Robin S.. *J. Phys. Chem. B*, 108, 4690 (2004).



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

CUERPO DOCENTE

Dra. Mónica Crivello
Dra. Griselda Eimer
Dra. Sandra Casuscello
Dr. Karim Sapag
Dr. Jhonny Villarroel

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

- Instalaciones del CITeQ – UTN – CONICET (edificio central y anexo Campus)
- Laboratorio LAMARX – FAMAFA - UNC
- Instalaciones de la FRC-UTN.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ
Secretario Académico
