

UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO
 RECINTO _____
 DEPARTAMENTO DE _____
 PROGRAMA DE QUÍMICA

PRONTUARIO

I. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Curso : Introducción a la Nanotecnología
 Código y Número : CHEM 3380
 Créditos : 3 créditos
 Término Académico :
 Profesor :
 Horas de Oficina :
 Teléfono de la Oficina :
 Correo Electrónico :

II. DESCRIPCIÓN

Análisis teórico entre las características físicas, químicas y estructurales de materiales a escala nanométrica basado en la diferencia entre sus propiedades y las de los materiales de mayor volumen. Estudio de la formación y manipulación de materiales nanotecnológicos. Incluye aplicaciones en la medicina, la tecnología y el sector energético. Requisitos: CHEM 2222 y CHEM 3320.

III. OBJETIVOS

Al terminar el curso, el estudiante podrá:

1. **Aspectos Generales de la Estructura** – Determinar las características fundamentales del enlace de los átomos y la energía que los une para formar los bloques fundamentales de las nanoestructuras.
 - 1.1. Diferenciar entre átomos, moléculas, agregados (“clusters”), coloides y volumen.
 - 1.2. Definir y distinguir que son los nanomateriales.
 - 1.3. Establecer la correlación entre las propiedades de estos materiales y la distribución de los átomos en el material.
 - 1.4. Explicar como cambian las propiedades químicas, físicas y eléctricas (magnéticas) en función del tamaño del material, composición, forma y estructura.
 - 1.5. Identificar las características ideales de uniformidad de tamaño (menor de 100 nm) y alta dispersión de las partículas.

2. **Aspectos de la Formación y Manipulación** – Proponer métodos y utilizar técnicas que le permitan formar, manipular y estudiar materiales a nivel atómico.
 - 2.1 Reconocer métodos físicos y químicos para la formación de nanopartículas.
 - 2.2 Comparar los distintos métodos de formación: electrodeposición; deposición de vapor químico (*chemical vapor deposition CVD*), sol-geles; *ball milling* y nanomateriales naturales que sirvan como moldes.
 - 2.3 Distinguir entre los diversos métodos litográficos utilizados para la fabricación de semiconductores en el rango de micrones a 100 n.
 - 2.4 Identificar y utilizar técnicas de microscopía electrónica: SEM, TEM, STM, AFM, para analizar y manipular estos materiales a nivel atómico.

- 2.5 Describir como la técnica de autoensamblaje puede ser utilizada para generar superficies ordenadas que sirvan de bases para la creación de nanomáquinas.
3. **Caracterización** – Al finalizar el estudio de este tópico el estudiante deberá tener la capacidad de distinguir ventajas y desventajas, así como la utilidad y aplicación de diferentes técnicas de análisis de composición, estructura, tamaño entre otras características propias de los nanomateriales.
- 3.1 Contrastar entre aquellas técnicas que le permitirán hacer análisis del tamaño, forma y cristalografía del nanomaterial, High Resolution Transmisión Electron Microscopy (HRTEM), X-ray Diffraction (XRD)
- 3.2 Determinar la composición del material a partir de estudios, X-Ray microanálisis (XRD), X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)
- 3.3 Conocer los estudios apropiados para la determinación en detalles de la estructura, dispersión, distancias interatómicas, número de coordinación de las nanopartículas. Estudios como Extended X-ray absorption fine structure (EXAFS), y X-ray absorption near-edge structure (XANES).
- 3.4 Relacionar cambios en color y comportamiento en análisis UV/VIS con diferencias en tamaño y dispersión del material a nanoescala.
4. **Variación de nanosistemas** – Al finalizar este tópico el estudiante deberá ser capaz de contrastar e ilustrar varios de los diferentes tipos de nanosistemas y sus usos.
- 4.1 Describir que son los nanotubos de carbón sus propiedades y sus usos.
- 4.2 Reconocer el autoensamblaje de monocapas (SAMs) como una nanoestructura en dos dimensiones.
- 4.3 Entender el uso de los SAMs como una alternativa de moldes que facilitan la formación de nanoestructuras organizadas.
- 4.4 Clasificar los semiconductores o “**semiconductors quantum dots**” como una subclase dentro de la amplia familia de las nanopartículas que incluye semiconductores, metales, aislantes, orgánicos, entre otros.
- 4.5 Reconocer aquellos sistemas híbridos de nanopartículas en los que se puede distinguir las propiedades y características de una corteza y un núcleo bien definidos ambos en el rango nano.
5. **Aplicaciones presentes y futuras** – Al finalizar este tópico el estudiante deberá ser capaz de entender las aplicaciones que tienen los nanosistemas y sus usos.
- 5.1 Analizar la nanomaquinaria natural por excelencia, presente en los organismos vivos. (Lípidos, DNA, proteínas)
- 5.2 Examinar las interacciones de los objetos a nivel nano y entender como los procesos de fricción a nivel molecular determinan el desarrollo y ejecución de los sistemas nanoelectromecánicos.
- 5.3 Explicar las características y funciones de diversos nanosensores.

IV. CONTENIDO

Temas/Subtemas:

1. Trasfondo de los nanomateriales:

- a. Tipos de nanomateriales: propiedades y características
 - a.1. Tamaño, estructura, forma, composición química
- b. Metal, coloides, agregados, moléculas
- c. Estructura atómica
- d. Interacciones físico-químicas
- e. Efecto del tamaño cuántico

2. Formación, diseño y manipulación:

- a. Precursores Moleculares
- b. Litografía: óptica, atómica, haz de electrones
- c. Electrodeposición
- d. Autoensamblaje de monocapas (SAMs)
- e. Scanning Probe Microscopies

3. Caracterización

- a. X-Ray Diffraction (XRD)
- b. X-Ray Photoemission spectroscopy (XPS)
- c. Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS)
- d. Extended X-Ray Absorption Fine Structure (EXAFS)
- e. X-Ray Absorption Near-Edge Structure (XANES)
- f. Transmisión Electron Microscopy (TEM)
- g. Atomic Force Microscopy (AFM)
- h. Scanning Tunneling Microscopy (STM)

4. Nanosistemas

- a. Nanotubos de carbono
- b. Semiconductores
- c. Sistemas nanomateriales híbridos

5. Aplicaciones actuales y futuras.

- a. La nanotecnología y su fusión con la biotecnología
- b. Nanosensores
- c. Sistemas nanoelectromecánicos (NEMS) desde Feynman al presente
- d. La nanotribología determinante en los NEMS

V. ACTIVIDADES

- Conferencia
- Exámenes
- Ejercicios de práctica
- Trabajo de Investigación

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación del curso consta de:

Criterios de Evaluación	Puntuación	Porcentaje de la Nota Final
Examen Parcial 1	100	20%
Examen Parcial 2	100	20%
Pruebas Cortas y Artículos Asignados	100	20%
Monografía	100	20%
Seminario (Presentación oral)	100	20%
Total	500	100%

VII. NOTAS ESPECIALES

1. **Servicios auxiliares o necesidades especiales:** Todo estudiante que requiera servicios auxiliares o asistencia especial deberá solicitar los mismos al inicio del curso o tan pronto como adquiera conocimiento de que los necesita, a través del registro correspondiente, en la Oficina de Orientación con _____.
2. **Honradez, fraude y plagio:** La falta de honradez, el fraude, el plagio cualquier otro comportamiento inadecuado con relación a la labor académica constituyen infracciones mayores sancionadas por el Reglamento General de Estudiantes. Las infracciones mayores, según dispone el Reglamento General de Estudiantes, pueden tener como consecuencia la suspensión de la Universidad por un tiempo definido mayor de un año o la expulsión permanente de la Universidad, entre otras sanciones.
3. **Uso de dispositivos electrónicos:** Se desactivarán los teléfonos celulares y cualquier otro dispositivo electrónico que pudiese interrumpir los procesos de enseñanza y aprendizaje o alterar el ambiente conducente a la excelencia académica. Las situaciones apremiantes serán atendidas, según corresponda. Se prohíbe el manejo de dispositivos electrónicos que permitan acceder, almacenar o enviar datos durante evaluaciones o exámenes.
4. **Cumplimiento con las disposiciones del Título IX:** La Ley de Educación Superior Federal, según enmendada, prohíbe el discrimen por razón de sexo en cualquier actividad académica, educativa, extracurricular, atlética o en cualquier otro programa o empleo, auspiciado o controlado por una institución de educación superior independientemente de que esta se realice dentro o fuera de los predios de la institución, si la institución recibe fondos federales.
 - a. Conforme dispone la reglamentación federal vigente, en nuestra unidad académica se ha designado un(a) Coordinador(a) Auxiliar de Título IX que brindará asistencia y orientación con relación a cualquier alegado incidente constitutivo de discrimen por sexo o género, acoso sexual o agresión sexual. Se puede comunicar con el Coordinador(a) Auxiliar _____ extensión _____, o al correo electrónico _____.
 - b. El Documento Normativo titulado **Normas y Procedimientos para Atender Alegadas Violaciones a las Disposiciones del Título IX** es el documento que contiene las reglas institucionales para canalizar cualquier querrela que se presente basada en este tipo de alegación. Este documento está disponible en el portal de la Universidad Interamericana de Puerto Rico (www.inter.edu).

VIII. RECURSOS EDUCATIVOS:

Libro de Texto:

Pradeep, T. (2008). *Nano: The Essentials: Understanding Nanoscience and Nanotechnology*. New York: McGraw-Hill Professional Publishing.

IX. BIBLIOGRAFIA

Libros:

1. Torrens, F., Hanghi, A.K., Chakraborty, T. editors. (2021). *Chemical Nanoscience and Nanotechnology: New Materials and Modern Techniques*. Apple Academic Press.
2. Sindhu, R.K., Chitkara, M. Sandhu, I.S. (2021). *Nanotechnology: Principles and Applications*. Jenny Stanford Publishing.

3. Jai Poinern, G.E. **(2021)**. *A Laboratory Course in Nanoscience and Nanotechnology*. CRC Press.
4. Sanders, W.C. **(2018)**. *Basic Principles of Nanotechnology*. London, United Kingdom: Taylor & Francis Ltd.
5. Van de Voorde, M., editor. **(2018)**. *Nanoscience and Nanotechnology: Advances and Developments in Nano-sized Materials*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
6. Roy, S., Ghosh, C.K., Sarkar, C.K., editors. **(2017)**. *Nanotechnology: Synthesis to applications*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
7. Bhushan, B., editor. **(2016)**. *Encyclopedia of nanotechnology*. Dordrecht: Springer.
8. Rogers, B., Adams, J., Pennathur, S. **(2014)**. *Nanotechnology: Understanding small systems*. Third Edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
9. Agrawal, D.C. **(2013)**. *Introduction to nanoscience and nanomaterials*. Singapore; London: World scientific Publishing.
10. Pradeep, T. **(2012)**. *A Textbook of Nanoscience and Nanotechnology*. New Delhi: McGraw-Hill Education.
11. Shong, C.W., Haur, S.C., and Wee, A.T.S. **(2010)** *Science at the Nanoscale: An Introductory Textbook*, Pan Stanford Publishing, Singapore.
12. Wiesner, M. R.; Bottero, J-Y. **(2007)**. *Environmental Nanotechnology, Applications and Impacts of Nanomaterials*. New York: McGraw-Hill.
13. Christian, G. D. **(2004)**. *Analytical Chemistry*. (6th Ed.) John Wiley & Sons.
14. Wilson, M.; Kannangara, K.; Smith, M.; Raguse, B. **(2002)**. *Nanotechnology, Basic Science and emerging technologies*. Boca Raton: Chapman & Hall / CRC Press.

Revisado en: noviembre 2018

Actualizado en: septiembre 2021