

## Introducción a la Nanotecnología

---

- Número de créditos:
- Semestre:
- Horas a la semana
- Teoría
- Práctica
- Autoestudio
- Requisitos
- Clave
- Asignatura
- Materia asociada a la línea de investigación

---

Descripción de la asignatura: El objetivo de este curso es que el estudiante aprenda las bases teóricas y experimentales de la nanotecnología, que es la ciencia, ingeniería y tecnología efectuados en la escala de 1 a 100 nanómetros. Describe la asignatura cómo desde la antigüedad se ha aplicado la nanotecnología sin saberlo. Asimismo, muestra cómo se ha desarrollado espectacularmente en las últimas décadas y sus múltiples aplicaciones en física, química, medicina y la tecnología en general.

Contenido:

- Introducción a la nanotecnología
- Fundamentos químicos de la nanotecnología
- Fundamentos físicos de la nanotecnología
- Nanomateriales de alótropos del carbono
- Nanotecnología basada en moléculas
- Nanomateriales inorgánicos
- Caracterización a nanoescala
- Técnicas de nanofabricación

Índice temático:

1. **Introducción a la nanotecnología.** Nanotecnología en la antigüedad: La copa de Licurgo, espadas de acero de Damasco, vitrales de iglesias medievales, cerámica glaseada. Primeros nanotecnólogos: M. Faraday, R. Feynmann, K. E. Drexler, D. M. Eigler (IBM). Nanotecnología en la naturaleza: Colores de insectos, geos, superficies hidrofóbicas. Fenómenos fotónicos.

2. **Fundamentos químicos de la nanotecnología.** Orbitales atómicos. Enlaces químicos. Orbitales moleculares. Enlaces físicos o de Van der Waals: Fuerzas de dispersión de London, interacciones dipolo-dipolo, enlace puente de hidrógeno. Polímeros. Materiales semiconductores.

**3. Fundamentos físicos de la nanotecnología.** Radiación electromagnética. Estructura de bandas: Diagramas de bandas, nivel de Fermi, el radio de Bohr del excitón.

**4. Nanomateriales de alótropos del carbono.** Alótropos del carbono. Fullerenos: Estructura y propiedades del  $C_{60}$ , modificación endohedral y exohedral, metalofulerenos. Nanotubos: Estructura, propiedades mecánicas, propiedades eléctricas. Electrónica de nanotubos: Transistores, MOSFETs, CNTFETs. Síntesis de nanotubos: Descarga de arco, ablación láser, CVD. Nanotubos en medicina. Grafeno: Descubrimiento, estructura, síntesis, propiedades y aplicaciones.

**5. Nanotecnología basada en moléculas.** DNA. Monocapas autoensambladas: estructura de alcanotioles, formación de monocapas auto ensambladas (SAM) Langmuir-Blodgett, montaje y propiedades de SAM. Dendrímeros: Estructura, síntesis, dendrímeros en la medicina. Lípidos. Micelas. Electrónica molecular: OLEDs, celdas solares orgánicas, celdas solares sensibilizadas con colorante (DSSCs). Sistemas de distribución de drogas.

**6. Nanomateriales inorgánicos.** Propiedades físicas y químicas de nanopartículas metálicas: Teoría de bandas y confinamiento cuántico, resonancia de plasmones de superficie y propiedades ópticas, nanopartículas metálicas y el efecto Tyndall, síntesis de nanopartículas metálicas, nanopartículas metálicas en medicina, máquina de Kanzius. Puntos cuánticos: síntesis, propiedades ópticas, transistor de un electrón, puntos cuánticos en la medicina. Nanoalambres metálicos: Síntesis poliol, síntesis de molde, síntesis por reacciones de sustitución simple. Nanoalambres semiconductores: Métodos de síntesis, estructura de bandas de nanoalambres, aplicaciones.

#### **7. Caracterización a nanoescala**

Microscopio de efecto túnel (STM): Tunelaje, Operación de un STM, sistema de retroalimentación. Microscopio de fuerza atómica (AFM): Componentes y operación, curvas de fuerza, nanorrasurado (nanoshaving), nanolitografía Dip-Pen. Microscopio electrónico de barrido (SEM): Lentes y bobinas de barrido, fuentes de electrones, interacciones de haz, electrones secundarios, electrones retrodispersados, Rayos X. Microscopio electrónico de transmisión (TEM).

**8. Técnicas de nanofabricación.** Litografía suave: Impresión de microcontacto, micromoldeo en capilares (MIMIC). Deposición Física de Vapor: Pulverización (sputtering), evaporación de metal. Deposición química de vapor: Grabado (etching), litografía por haz de electrones, litografía por haz de iones. Fotolitografía: Recubrimiento rotacional (spin coating), fotolitografía de UV extremo.

#### **Bibliografía**

- W. C. Sanders, "Basic principles of nanotechnology", CRC Press, Taylor and Francis Group, 2019.
- D. Natelson, "Nanostructures and nanotechnology, 2d Edition", Cambridge University Press, 2015.

- G. L. Hornyak, J. J. More, "Fundamentals of nanotechnology", CRC Press, Taylor and Francis Group, 2009.
- Guozhong Cao, "Nanostructures and nanomaterials: synthesis, properties and applications, 2d Edition", Imperial College Press, 2004.
- B. Bhushan, "Springer handbook of nanotechnology, 2d Edition", Springer, 2007.

### **Competencias a Desarrollar:**

El profesor promoverá el trabajo fuera del aula, mediante tareas las cuales tendrán que ser escritas para posteriormente revisarlas en la sesión de talleres. De esta forma los alumnos desarrollaran su capacidad de comunicar sus ideas de forma escrita y oral.

Mediante la sesión de talleres, el alumno aprenderá a discutir con sus compañeros sus ideas y diferentes soluciones para un problema, fomentando de esta manera el trabajo en equipo, el respeto y la tolerancia.

### **Generales:**

El estudiante desarrollará capacidades de abstracción, análisis y síntesis, organización y planificación del tiempo, habilidad para trabajar de forma autónoma y al mismo tiempo trabajar en equipo. Habilidad para transmitir sus conocimientos de forma oral y escrita, creatividad, identificación y planteamiento de problemas relativos en que esté involucrada la nanotecnología, tanto desde el aspecto teórico como el experimental. En el curso se motivará al alumno trabajar hacia metas comunes, respeto por la diversidad y multiculturalidad, compromiso con la calidad.

### **Específicas:**

Dominio de los conceptos básicos generales sobre la nanotecnología. Capacidad para expresarse correctamente en los múltiples temas relativos al campo de la nanotecnología correctamente y con conocimiento suficiente. Capacidad de abstracción incluido el desarrollo lógico. Capacidad para manejar y resolver cuestiones y problemas básicos en el campo de la nanotecnología.

<b>Matriz Educacional</b>			
Resultados del Aprendizaje	Actividades Educativas	Horas	Evaluación
1. Introducción a la nanotecnología	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 34% primer examen parcial.
2. Fundamentos químicos de la nanotecnología	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas. Implementación de algoritmos para solución en forma numérica.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 33% primer

Matriz Educacional			
.			examen parcial.
3. Fundamentos físicos de la nanotecnología	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas. Implementación de algoritmos para solución en forma numérica.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 33% primer examen parcial.
4. Nanomateriales de alótropos del carbono	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas. Implementación de algoritmos para solución en forma numérica.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 34% segundo examen parcial.
5. Nanotecnología basada en moléculas	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas. Implementación de algoritmos para solución en forma numérica.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 33% segundo examen parcial.
6. Nanomateriales inorgánicos	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas. Implementación de algoritmos para solución en forma numérica.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 33% segundo examen parcial.
7. Caracterización a nanoescala	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales 4.0.	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller. 50% tercer examen parcial.
8. Técnicas de nanofabricación	Ejercicios en clase. Tareas a casa. Ejercicios en sesión de taller de solución de problemas.	Teóricas, 3.0 Prácticas, 1.5 Autoestudio, y numérico-computacionales	Participación en clases teóricas. Tareas. Participación en sesión de taller.

<b>Matriz Educativa</b>			
		4.0.	50% tercer examen parcial.