



DIRECTORIO

Dr. José Ángel Córdova Villalobos

Secretario de Educación Pública

Dr. Rodolfo Tuirán Gutiérrez

Subsecretario de Educación Superior

Mtra. Sayonara Vargas Rodríguez

Coordinadora de Universidades Politécnicas



PÁGINA LEGAL

Participantes

M. en C. Carlos Alberto Camacho Olgún - Universidad Politécnica del Valle de México.

M. en C. José Antonio Juanico Lorán - Universidad Politécnica del Valle de México.

M. en T. A. Ricardo Cisneros Tamayo - Universidad Politécnica del Valle de México.

Primera Edición: 2016

DR © 2016 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro: 957-859-985-UPVM

México, D.F.

ISBN: E-N-T-R-A-M-I-T-E



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PROGRAMA DE ESTUDIOS	¡Error! Marcador no definido.
FICHA TÉCNICA.....	7
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO.....	9
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	12
GLOSARIO.....	13
BIBLIOGRAFÍA	14



INTRODUCCIÓN

El término Nanomateriales engloba a todos aquellos materiales desarrollados con al menos una dimensión en la escala nanométrica (1 a 100 nm típicamente), los nanomateriales son uno de los productos principales de la nanotecnología y tienen aplicaciones en diferentes campos como la electrónica, cerámicos, textiles, biotecnología, construcción, sensores químicos y biológicos, cuidado del medio ambiente, polímeros, diagnóstico médico, etiquetado de ADN, la administración de medicamentos, cosméticos, revestimientos y envases.

La nanociencia y la nanotecnología tratan principalmente de la síntesis, caracterización, exploración y explotación de los materiales nanoestructurados. Las propiedades físicas y químicas de los nanomateriales generalmente son distintas a las que tienen los materiales a macroescala e inclusive a los sistemas a escala atómico-molecular, estas diferencias morfológicas, mecánicas, eléctricas, electrónicas, ópticas, térmicas y magnéticas que poseen los nanomateriales son la base de la nanociencia, y la aplicación de ellas da lugar a nuevos dispositivos y tecnologías. Por esa razón el Ingeniero Nanotecnólogo debe conocer las técnicas de síntesis de materiales nanoestructurados, las cuales suelen dividirse en técnicas físicas y químicas. El presente manual de estudio se centra en las técnicas físicas de síntesis de nanomateriales.

PROGRAMA DE ESTUDIO	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:	INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:	Ofrecer bajo las normas de calidad educativa, servicios de formación de profesionistas capaces de aportar soluciones adecuadas a los problemas científicos y tecnológicos que se presentan cada día en la industria y centros de investigación, mediante la formación de profesionales en el área de la nanotecnología.
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	MÉTODOS FÍSICOS DE SÍNTESIS DE NANOMATERIALES
CLAVE DE LA ASIGNATURA:	MFS-10-45
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:	El alumno será capaz de comprender las principales técnicas y métodos físicos para nano estructurar un material.
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:	105 horas.
FECHA DE EMISIÓN:	02-sep-16
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:	UPVM

CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE											EVALUACIÓN			OBSERVACIÓN		
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA		INSTRUMENTO	TOTAL DE HORAS
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			TEÓRICA		PRÁCTICA					
												Presencial	NO Presencial	Presencial	NO Presencial				
UNIDAD I. INTRODUCCIÓN A LAS NANOSTRUCTURAS	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Conocer y aplicar los conceptos: Reducción de escala (top-down), ampliación de escala (bottom-up), comparación entre las estrategias top-down y bottom-up, perspectivas y límites de ambas estrategias, termodinámica de superficies. . * Aprender la terminología y conceptos físicos.	ED1: Lectura comentada. EC1: Cuadro comparativo de las diferentes técnicas (top-down y bottom-up); EC: Demuestra lo aprendido en clase mediante una retroalimentación tipo debate de los conceptos.	Exposición por parte del facilitador. Definición de los principales conceptos, apoyados de ilustraciones en diapositivas.	1.- Instrucción Programada. 2.-Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.-Ejercitación	X	X	N/A	N/A	X	Diapositivas/ Pizarra / Plumones	Laptop / Proyector	3	1	2	1	Documental	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	7	
UNIDAD II. NANOSTRUCTURAS DE DIMENSIÓN CERO: NANOPARTÍCULAS.	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Conocer y aplicar los siguientes conceptos. Nucleación homogénea: Crecimiento subsucesivo del núcleo; síntesis de nanopartículas metálicas, semiconductores y oxidadas. Fundamentos y síntesis de nanopartículas bajo cinética controlada: Síntesis de micelas inversas o usando microemulsiones, síntesis por aerosol; pirolisis por spray. Nanopartículas core-shell	ED: Mediante problemas en clase, demostrar la teoría y principios físicos adquiridos. EC: Utilizar los conceptos de resolución de problemas. EP: Entregar un conjunto de problemas relacionados con los temas de la unidad.	Exposición por parte del facilitador.	1.- Instrucción Programada. 2.-Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.-Ejercitación	X	X	N/A	N/A	X	Diapositivas/ Pizarra / Plumones	Laptop / Proyector	3	1	2	1	Documental	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	7	
UNIDAD III. NANOSTRUCTURAS DE UNA DIMENSIÓN: NANOCALAMBRAS Y NANOTUBOS.	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Conocer y aplicar los siguientes conceptos. Crecimiento espontáneo; Crecimiento por evaporación (disolución) condensación; crecimiento por Vapor (o solución) líquido - sólido (VLS o SLS); Recristalización inducida por estrés. Síntesis basadas en templates: Deposición electroquímica; deposición electrofotográfica; llenado de templates por dispersión coloidal, por solución y fundición, por deposición de vapor químico y por deposición por centrifugación. Electrorrotación, Litografía.	ED: Lectura comentada. EC: presentación de cuestionarios y evaluaciones escrita u oral. EP: Realizar un reporte de al menos dos artículos de revistas arbitradas relacionadas con la unidad.	Exposición por parte del facilitador mediante diagramas, cuadros sinópticos para describir los fenómenos físicos de síntesis.	1.- Instrucción Programada. 2.-Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.-Ejercitación	X	N/A	X	N/A	X	Diapositivas/ Pizarra /	Laptop / Proyector	3	1	2	1	Documental/Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación, prácticas en software especializado	7	
UNIDAD IV. NANOSTRUCTURAS DE DOS DIMENSIONES: CAPAS DELGADAS.	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Fundamentos del crecimiento de películas. Ciencia y tecnología del vacío. *CVD: Evaporación. * MBE. * PVD. *Deposición por capas atómicas. Super-redes. Autoensamblado. Películas Langmuir-Blodgett. *Sol-Gel.	EC: Aplicar los conceptos adquiridos a la resolución de problemas de la presente unidad. EC: Resolver problemas en clase y retroalimentación de forma oral y escrita. EP: Entrega de problemas como tarea. EP2. Entregar de código fuente de la solución del potencial periódico.	Exposición por parte del facilitador para resolver el potencial periódico y sus aplicaciones en la mecánica cuántica	1.- Instrucción Programada. 2.-Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.-Ejercitación	X	N/A	X	N/A	N/A	Diapositivas/ Pizarra /	Laptop / Proyector	3	1	2	1	Documental/Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación, prácticas en software especializado	7	
UNIDAD V. NANOSTRUCTURAS FABRICADAS POR MÉTODOS FÍSICOS	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: *Conocer y aplicar los conceptos de: Litografía: Fotolitografía, litografía electrónica; litografía por haces de iones focalizados. Nanomanipulación y nanolitografía. * AFM, STM. *Litografía suave: litografía por micro contacto. litografía por moldado; litografía por nanoimpresión; nanolitografía tipo "dip-pen". Ensambado de nanopartículas y nanocalambres: Fuerzas capilares; interacciones de dispersión.	ED: Lectura comentada. EC1: Mediante Diagramas y gráficas explicar las fabricación de un dispositivo CMOS: MOSFET. EC2: Simulación del desarrollo de un procedimiento de capas delgadas mediante software especializado. EP: Entrega de un proyecto donde el alumno aplique el conocimiento adquirido durante todo el curso.	Exposición por parte del facilitador, estudio de diferentes tecnologías para sintetizar dispositivos NEMS y MEMS.	1.- Instrucción Programada. 2.-Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.-Ejercitación	X	N/A	X	N/A	N/A	Diapositivas/ Pizarra /	Laptop / Proyector	3	1	2	1	Documental/Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación, prácticas en software especializado	7	



FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA

Nombre:	MÉTODOS FÍSICOS DE SÍNTESIS DE NANOMATERIALES.
Clave:	MFS-10-45
Justificación:	Las técnicas físicas son las más eficaces para la producción de materiales nanoestructurados o manométricas pero son las más caras, así que solo deben ser usadas cuando la relación costo-beneficio nos asegure la generación de un producto competitivo.
Objetivo:	El alumno será capaz de comprender las principales técnicas y métodos físicos para nano estructurar un material.
Habilidades:	Comunicación verbal y escrita, Trabajo en equipo, Habilidades interpersonales, Pensamiento crítico y analítico, Trabajo interdisciplinario, Autoreflexión, Aprender a aprender y Creatividad.
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis; Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; Capacidad de comunicación oral y escrita.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<p>-Definir el cambio estructural generado por cada técnica de síntesis y nano estructuración empleando mediciones, imágenes y simulación para evaluar la eficacia de su producción.</p> <p>-Seleccionar las técnicas para la nanoestructuración y síntesis de nanomateriales, empleando los resultados de la evaluación de la eficacia de producción para asegurar que el nanoproducto cumpla con las especificaciones técnicas.</p>	<p>Determinar los procedimientos de modificación y/o síntesis, empleando la especificación técnica del nanomaterial y nanodispositivo para producirlos sistemáticamente.</p>

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	Introducción	3	1	2	1
	Nanopartículas	3	1	2	1
	Nanoalambres y Nanorodillos	3	1	2	1
	Capas Delgadas	3	1	2	1
	Técnicas selectas de fabricación de nanoestructuras.	3	1	2	1
Total de horas por cuatrimestre:	105				
Total de horas por semana:	7				
Créditos:	6				



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	MÉTODOS FÍSICOS DE SÍNTESIS DE NANOMATERIALES		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Introducción		
Nombre de la práctica o proyecto:	Crecimiento por deposición de vapores		
Número:	1/3	Duración (horas) :	6
Resultado de aprendizaje:	El alumno observara el crecimiento de una protuberancia preexistente en una superficie.		
Requerimientos (Material o equipo):	1) Vidrio de reloj, 2) Plastilina, 3) Yodo, 4) Vaso de precipitados, 5) Mechero de Bunsen, 6) Pizeta con agua, 7) Microscopio óptico.		
Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa. <ul style="list-style-type: none">✓ Instalación del equipo.✓ Pegar la protuberancia sobre la superficie del vidrio de reloj.✓ Vaporización de partículas de yodo para que se deposite sobre la protuberancia.✓ Observar la protuberancia con ayuda de un microscopio óptico.✓ Realizar el reporte de la práctica.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica: ED1 Proyecto: Diseñará un procedimiento para nanoestructurar una superficie.			

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	MÉTODOS FÍSICOS DE SÍNTESIS DE NANOMATERIALES		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Nanopartículas.		
Nombre de la práctica o proyecto:	Mecanismos de nucleación.		
Número:	2/3	Duración (horas) :	6
Resultado de aprendizaje:	El alumno distinguirá la diferencia entre la nucleación homogénea y la heterogénea.		
Requerimientos (Material o equipo):	1) 2 Vasos de precipitados, 2) 2 recristalizadores, 3) Un termómetro, 4) 6 a 10 canicas, 5) Hielo, 6) Cronometro.		
<p>Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Instalación del equipo. ✓ Prepara dos baños fríos para congelar agua. ✓ Colocar 100 ml de agua en cada vaso de precipitado e etiquetarlos como A y B. ✓ En el vaso B colocar las canicas. ✓ Meter ambos vasos en los recristalizadores y tomar la hora de inicio. ✓ Registrar la hora de solidificación de ambos vasos. ✓ Realizar el reporte de la práctica. 			
<p>Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:</p> <p>ED2 Proyecto: Desarrollará un procedimiento para sintetizar nanopartículas.</p>			



DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	MÉTODOS FÍSICOS DE SÍNTESIS DE NANOMATERIALES		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Nanoalambres y Nanorodillos.		
Nombre de la práctica o proyecto:	Crecimiento de nano-alambres.		
Número:	3/3	Duración (horas) :	6
Resultado de aprendizaje:	El alumno realizara la síntesis de nanoalambres conocidos como bigotes de gato en la superficie de la placa de aluminio. Condiciones: Temperatura > 900 °C, atmósfera normal.		
Requerimientos (Material o equipo):	1) Una pieza de aluminio, 2) una lija gruesa (número 100), 3) Mufla, 4) Microscopio electrónico de barrido y/o de Fuerza Atómica.		
Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.			
<ul style="list-style-type: none">✓ Fabricar una probeta de aluminio de 1 x 1 x 0.5 cm.✓ La probeta deberá ser pulida a espejo.✓ Con una lija gruesa realizara una serie de ralladuras sobre la superficie menor de la probeta.✓ La probeta será colocada en una mufla.✓ La temperatura de operación de la mufla se fija en 900 °C.✓ Se observa la superficie rallada en un Microscopio electrónico de barrido.✓ Se mide la rugosidad de la superficie después de haber comprobado el crecimiento de los nanoalmbres, esto se realiza en un Microscopio de fuerza atómica.✓ Realizar el reporte de la práctica.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
ED3: Desarrollara un procedimiento para sintetizar nanoalambres y/o nanorodillos.			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Lista de cotejo para proyecto plan de muestro.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE :		
DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN.		
Nombres(s) del Alumno(s)	Matrícula:	Firma del alumno(s)
Producto:	Nombre del Proyecto:	Fecha:
Asignatura:		Periodo Cuatrimestral:
Nombre del Docente:		Firma del Docente.

INSTRUCCIONES				
Revisar las actividades que se solicitan y marquen en los apartados "SI" cuando la evidencia se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" indicaciones que pueden ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas, si fuese necesario.				
Valor del reactivo	Características a cumplir	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
4%	Presentación: El trabajo cumple con los requisitos de: a) Buena presentación			
8%	b) Presenta cero errores ortográficos.			
2%	c) Mismo formato (indicado al inicio de curso)			
6%	d) Maneja el lenguaje técnico apropiado			
10%	Introducción y objetivo: la introducción y el objetivo dan una idea clara del objetivo de trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión			
30%	Sustento Teórico: Presenta un panorama general del tema a desarrollar y lo sustenta con referencias bibliográficas y ligas de Internet, cita correctamente a los autores			
15%	Desarrollo: Cumplió con lo establecido en la práctica.			
10%	Resultados: Cumplió totalmente con el objetivo esperado.			
10%	Conclusiones: Las conclusiones son claras y acordes con el objetivo esperado.			
5%	Responsabilidad: Entregó el reporte en la fecha y hora señalada			
100%	CALIFICACION			

GLOSARIO

Biotecnología

Empleo de células vivas para la obtención y mejora de productos útiles, como los alimentos y los medicamentos.

Caracterización

Determinar los atributos peculiares de algún material o cosa, de modo que claramente se distinga de los demás.

Dimensión

Longitud, área o volumen de una línea, una superficie o un cuerpo, respectivamente.

Escala

Tamaño de algún objeto o cosa material.

Macroescala

Dimensión que sobrepasa los milímetros.

Morfología

Forma de las cosas u objetos y las modificaciones o transformaciones que experimenta.

Nanoestructura

Algo que tiene una dimensión física menor a los 100 nanómetros, que van desde grupos de átomos hasta capas o estratos completos.

Nanomaterial

Son materiales cuyos componentes principales tienen una dimensión de entre 1 y 100 nanómetros, de acuerdo a una recomendación adoptada por la Comisión Europea en 2011.

Nanotecnología

Tecnología de los materiales y de las estructuras en la que el orden de magnitud se mide en nanómetros, con aplicación a la física, la química y la biología.

Propiedades

Atributo o cualidad esencial de algún material o cosa.

Síntesis

Proceso de obtención de un compuesto a partir de sustancias más sencillas.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

1. A.S Edelstein, R.C Cammaratra, Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Institute of Physics. Series in micro and nanoscience and technology, CRC Press, 1998.
2. C. C. Koch, Nanostructured Materials: Processing, Properties, and Applications, Materials science and process technology series, Nanostructured Materials: Processing, Properties, William Andrew. 2007.
3. Carlos P. Bergmann, Monica Jung de Andrade, Nanostructured Materials for Engineering, Springer, 2011.
4. Philippe Knauth, Joop Schoonman, Nanostructured Materials: Selected Synthesis, Methods, Properties and Applications, Volumen 8, Springer, 2002.

Complementaria

1. Hari Singh Nalwa, Handbook of Nanostructured Materials and Nanotechnology, Volumen 5, Handbook of Nanostructured Materials and Nanotechnology, Academic Press, 2000.

Sitio Web

Mark Hersam, MSE 376 Nanomaterials Course, Northwestern University:
<http://nanohub.org/courses/nanomaterials>