

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
(Doctorado en Materiales y Nanociencia)

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
NANOMECÁNICA

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
En la escala de nanómetros es necesario estudiar y caracterizar el comportamiento mecánico de átomos individuales, sistemas de escala atómica y nanoestructuras, en respuesta a varios tipos de fuerzas y condiciones de carga. La instrumentación es muy importante para la caracterización de las propiedades mecánicas de las nanoestructuras. La nanoindentación es una de las principales técnicas de caracterización de las propiedades nanomecánicas. En estas técnicas, se incluyen las principales fuentes de error provocados por los esfuerzos residuales, efectos ambientales, anisotropía y efectos de sustrato. Además, la nanoindentación es fundamental para el estudio de transformaciones de fase en semiconductores, fráctura en materiales frágiles y propiedades mecánicas en películas delgadas y nanoestructuras.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
<ul style="list-style-type: none">• Revisar las propiedades mecánicas de nanoestructuras y sus principales técnicas de caracterización.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Propiedades mecánicas de películas delgadas
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none">• Analizar las principales propiedades mecánicas de películas delgadas y superficies sólidas del orden de nanómetros.
Temas
1.1 Introducción de nanomecánica 1.2 Clasificación de nanorobots 1.3 Instrumentación 1.4 Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) 1.5 Microscopio Electrónico de Barrido 1.6 Nanoindentación 1.7 Técnicas Complementarias 1.8 Métodos acústicos

1.9 Métodos de imágenes 1.10 Análisis de datos 1.11 Modos de deformación 1.12 Multicapas

UNIDAD 2
Simulación por computadora de nanoindentación
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender técnicas de simulación por computadora para la predicción del comportamiento mecánico de películas nanométricas.
Temas
2.1 Introducción simulación por computadora 2.2 Modelos numéricos 2.3 Modelos numéricos para nanoindentación 2.4 Modelos numéricos para fricción y lubricación

UNIDAD 3
Propiedades mecánicas de nanoestructuras
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender las principales técnicas de medición de propiedades mecánicas de nanoestructuras.
Temas
3.1 Introducción de nanoestructuras. 3.2 Medición de dureza de nanoestructuras por nanoindentación 3.3 Medición de módulo de elasticidad de nanoestructuras por nanoindentación 3.4 Medición de módulo de elasticidad de nanoestructuras por AFM 3.5 Medición de resistencia mecánica de nanoestructuras por AFM 3.6 Medición de tenacidad a la fractura de nanoestructuras por AFM 3.7 Medición de resistencia a la fatiga de nanoestructuras por AFM

UNIDAD 4
Resonadores nanomecánicos
Objetivos particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el estudio del funcionamiento de resonadores nanomecánicos y sus principales mecanismos de amortiguamiento, sistemas de sensado y medición de ruido.

Temas

- 4.1 Modos de vibración de resonadores nanomecánicos
- 4.2 Factor de calidad de resonadores nanomecánicos
- 4.3 Comportamiento mecánico de resonadores nanomecánicos
- 4.4 Mecanismos de sensado de resonadores nanomecánicos
- 4.5 Medición y fuentes de ruido

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

El desarrollo de esta experiencia educativa se realizará bajo un esquema de revisión de los fundamentos teóricos en clases presenciales, investigación documental en sesiones no presenciales y la realización de proyectos de investigación de nanomecánica.

EQUIPO NECESARIO

- Proyector de video
- Pizarrón
- Base de datos de artículos de investigación.
- Software de simulación numérica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bharat Bhushan, Nanotribology and nanomechanics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
2. Silvan Schmid, Luis Guillermo Villanueva, Michael Lee Roukes, Fundamentals of Nanomechanical Resonators, Springer, 2016.
3. Shaofan Li y Xin-Lin Gao, Handbook of Micromechanics and Nanomechanics, Taylor and Francis Group, 2014.
4. Takayuki Kitamura, Hiroyuki Hirakata, Takashi Sumigawa, Takahiro Shimada, Fracture nanomechanics, 2da. Edición, CRC Press, 2016.
5. Wing Kam Liu, Eduard G. Karpov, Harold S. Park, Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications, Wiley, 2006.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://crm.upc.edu/en/research/laboratory-of-nanomechanics> (11 febrero 2017)
<http://www.nanorobotdesign.com/> (11 febrero 2017)
<http://nanomechanics.mit.edu/> (11 febrero 2017)
http://micro.stanford.edu/wiki/Main_Page (11 de febrero 2017)
<https://www.ntnu.edu/nml> (11 de febrero 2017)
<https://www.stevens.edu/schaefer-school-engineering-science/departments/mechanical-engineering/research/nanomechanics-nanomaterials-lab> (11 de febrero 2017)

Otros Materiales de Consulta:

EVALUACIÓN		
SUMATIVA		
	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	Examen escrito	30%
	Proyectos de Investigación	20%
	Tareas de investigación	30%
	Exposición de investigación	20 %
	Total	100%