

## Introducción a la Tecnología de Películas Delgadas

**Requisitos de la materia:** Física moderna, Mecánica cuántica II, Mecánica Clásica II, Física Estadística.

**Descripción de la asignatura:** Este curso aborda principios fundamentales de las diferentes técnicas de depósito de películas delgadas de materiales de estado sólido que se conocen actualmente y las utiliza para aplicarlas al análisis estructural de sustancias desconocidas provenientes de diversas fuentes. Se abordan problemas de análisis estructural y teorías de muchos cuerpos, enfocados en el proceso de formación de la película delgada, empleando toda la información con que se cuente y el análisis de las diversas técnicas de depósito y caracterización.

La asignatura se enfoca en el proceso del análisis de generación, crecimiento y formación de la estructura de películas delgadas, así como en los fenómenos físicos que intervienen en los diferentes procesos que dan estructura a la película delgada, tomando en cuenta las teorías modernas existentes que en una forma lógica y racional describen a partir de diferentes puntos de vista físicos la conformación de las estructuras antes mencionadas. Conforme se avance en el programa, se pueden agregar algunos conceptos de las materias del plan formal ya revisadas, que pueden dar un soporte más avanzado a esta materia.

A partir de los conceptos y desarrollos de las Teorías existentes para la formación de películas delgadas, se derivan una serie de conceptos y de ideas, que se enfocan en las propiedades de los materiales en forma de película delgada y como estos evolucionan a materiales en volumen. Asimismo, es importante la caracterización de dichos materiales, por lo que los conceptos impactan directamente en cursos de la parte más formal como el de Física del Estado Sólido o en otras optativas con las cuales se puede correlacionar como Ciencia de Materiales, Física de Semiconductores, Introducción a la Espectroscopia, etc.

### Índice Temático:

- 1. Introducción:** Origen del desarrollo de películas, recubrimientos y capas delgadas. La importancia de las películas delgadas y Antecedentes Históricos. Actualidad de la Tecnología de Películas Delgadas.
- 2. Conceptos Básicos:** Superficie. Volumen, Interfaz. Difusión. Definición de película delgada.
- 3. Teorías sobre películas delgadas:** Construcción de Superficies. Termodinámica de Nucleación. Cinética de Nucleación. Esfuerzo y dureza y Espesor Crítico.
- 4. Tipos de Crecimiento de Películas:** 2D: Crecimiento por flujo de escalón y capa por capa. 2D: Crecimiento en multicapas. 3D. Transiciones de 2D a 3D.
- 5. Técnicas Químicas de Crecimiento y Depósito de Películas Delgadas:** Crecimiento de película delgada. Métodos Térmicos. Depósito de película delgada. CVD.

6. **Técnicas Físicas:** Depósito de película delgada. Erosión Láser. Erosión Electrónica DC y RF. Evaporación. MBE.
7. **Técnicas Fisicoquímicas:** Depósito de película delgada. Erosión Láser Reactivo. Erosión Electrónica DC y RF Reactivos. Evaporación Reactiva. MBE Reactiva.
8. **Caracterización de Películas Delgadas:** Técnicas de Caracterización Estructural. Técnicas de Microscopía Óptica y Electrónica. Técnicas de Caracterización Espectral. Técnicas de Caracterización Químicas. Técnicas de Caracterización Térmicas. Técnicas de Caracterización Magnéticas.
9. **Aplicaciones:** Interacción con las Técnicas de Depósito. Descripción de las Técnicas de Depósito. Tipos de aplicaciones científicas, aeroespaciales, industriales, alimenticias. Proyecto.

#### **Bibliografía:**

1. Peter Y. Yu and Manuel Cardona, "**Fundamentals of Semiconductors**", Editorial Springer, 1999.
2. José M. Albella (Editor), "**Láminas Delgadas y Recubrimientos**", Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España, 2003.
3. Joe Greene, "**Curso Corto: Mini Short Course on Thin Film Epitaxial Growth**", Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies y Vacío A. C. (actual Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales).
4. A. J. Burggraf, L. Cot (Editors), "**Fundamentals of Inorganic Membrane Science and Technology**", Elsevier 1996.
5. J.M. Hollas, "**Modern Spectroscopy**", John Wiley & Sons, 1998.
6. P. Bernath, "**Spectra of Atoms and Molecules**", Oxford University Press, 1995.
7. C. N. Banwell, E. M. McCash "**Fundamentals of Molecular Spectroscopy**", McGraw-Hill, 1994.
8. J. I. Steinfeld, "**Molecules and Radiation**", MIT Press, 1985.
9. D. C. Harris and Bertolucci, M.D., "**Symmetry and Spectroscopy: An Introduction to Vibrational and Electronic Spectroscopy**", Dover, 1989.
10. A. Requena, J. Zúñiga, "**Espectroscopía**", Pearson Prentice Hall, 2004.

#### **Planeación Educativa**

##### **Competencias a desarrollar:**

###### **Generales:**

1. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
3. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
4. Habilidad para trabajar en forma autónoma.
5. Capacidad de investigación.

###### **Específicas:**

1. Adquirir el conocimiento de los fundamentos básicos de la tecnología de películas delgadas que le permitan proponer trabajos específicos concretos para la generación y caracterización de materiales.
2. Ser capaz de documentarse, seleccionar y plantear cuestiones e hipótesis en el

- marco de las técnicas de crecimiento y depósito de películas delgadas desarrolladas en el curso.
3. Interpretar correctamente procesos, caracterizaciones y resultados de las diferentes técnicas desarrolladas en el curso.
  4. Adquirir las destrezas para el manejo básico de las técnicas de crecimiento existentes o a disposición del curso.
  5. Exponer y comunicar de manera clara y concisa los resultados de los trabajos prácticos realizados en el curso.

Resultados del aprendizaje	Actividades educacionales	TET EH	Evaluación
Introducción.	Teóricas, Practicas Experimentales (3T+3P= 6 hrs.) Autoestudio	6 4	Examen escrito
Conceptos Básicos.	Teóricas, Practicas Experimentales (6T+3P= 9 hrs.) Autoestudio	9 4	Examen escrito
Teorías sobre Películas Delgadas	Teóricas, Practicas (6T+4P= 10 hrs.) Autoestudio	10 5	Examen oral
Tipos de Crecimiento de Películas.	Teóricas, Practicas (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 4	Examen escrito
Técnicas Químicas de Crecimiento y Crecimiento de Películas Delgadas.	Teóricas, Practicas Experimentales (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 5	Examen oral
Técnicas Físicas.	Teóricas, Practicas Experimentales (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 4	Examen oral
Técnicas Físico-químicas	Teóricas, Practicas Experimentales (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 4	Examen oral
Caracterización de Películas Delgadas.	Teóricas, Practicas Experimentales (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 5	Examen oral
Aplicaciones.	Teóricas, Practicas Experimentales (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 5	Examen oral

Total de horas de trabajo del estudiante: (64+31) horas presenciales + (45) horas de autoestudio= 140 hrs.

Número de créditos: 8