



Facultad de Ingeniería

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE SAN LUIS POTOSÍ**

**MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERIA ELECTRICA**

**MATERIA: TECNOLOGIA DE MATERIALES OPTOELECTRONICOS**

**CLAVE: NUM. DE CREDITOS 10**

**TIPO DE MATERIA:**

PROPEDÉUTICA ( )

TRONCO COMUN ( )

ESPECIALIDAD (MDO)

**DURACIÓN DEL CURSO: 80 Hrs/Semestre**

**HRS. SEMANA DE TEORIA: 5**

**OBJETIVOS DEL CURSO:** Con este curso el estudiante se introduce en la termodinámica de mezclas y de sólidos.

**TEMARIO DEL CURSO**

**TEMA 1.- Introducción. 10 Horas**

- 1.1. Materiales semiconductores.
- 1.2. Obtención de material masivo.
- 1.3. Fabricación de dispositivos optoelectrónicos.
  - 1.3.a.- Impurificación.
  - 1.3.b.- Crecimiento epitaxial.
  - 1.3.c.- Microfotolitografía.
  - 1.3.d.- Metalizaciones.
  - 1.3.e.- Aislamiento, separación y montaje.

**TEMA 2.- Introducción a la termodinámica. 20 Horas**

- 2.1.- Conceptos básicos y postulados.
  - 2.1.a.- Composición de sistemas termodinámicos.
  - 2.2.b.- Energía interna.
  - 2.1.c.- Equilibrio termodinámico.
  - 2.1.d.- Calor.
  - 2.1.e.- Postulados de entropía máxima.

- 2.2.- Las condiciones de equilibrio.
  - 2.2.a.- Parámetros intensivos y extensivos.
  - 2.2.b.- Ecuaciones de estado.
  - 2.2.c.- Equilibrio térmico, mecánico y de flujo de materia.
  - 2.2.d.- La ecuación de Euler
  - 2.2.e.- La relación de Gibbs-Duheim.
  - 2.2.f.- El gas ideal.
  - 2.2.g.- Calores específicos y otras derivadas.
- 2.3.- Transformaciones de Legendre y potenciales termodinámicos.
  - 2.3.a.- El principio de mínima energía.
  - 2.3.b.- Transformaciones de Legendre.
  - 2.3.c.- Principales termodinámicos.
  - 2.3.d.- Principio de mínimo para los potenciales termodinámicos.
- 2.4.- Estabilidad de sistemas termodinámicos.
  - 2.4.a.- Estabilidad Intrínseca de sistemas de un solo componente.
  - 2.4.b.- Estabilidad mutua de sistemas de un solo componente.
  - 2.4.c.- El principio de Le Chatelier-Braun.
  - 2.5.c.- Estabilidad intrínseca de sistemas de varios componentes.
- 2.5.- Transformaciones de fase.
  - 2.5.a.- Transiciones de fase en sistemas de un solo componente.
  - 2.5.b.- La regla de la palanca, calor latente y la ecuación de Clapeyron-Clausius.
  - 2.5.c.- Estados metastables.
  - 2.5.d.- Transformaciones de fase de primer orden en sistemas de multicomponente. La regla de las fases de Gibbs.
  - 2.5.e.- Diagramas de fase de sistemas binarios, ternarios y cuaternarios. Diagramas de fase de materiales III-V. Solubilidad sólida.
  - 2.5.f.- Transiciones de fase de segundo orden.
- 2.6.- Termodinámica química.
  - 2.6.a.- Reacciones químicas y equilibrio químico.
  - 2.6.b.- Grado de la reacción, reacciones simultáneas y calor de reacción.
  - 2.6.c.- Regla de las fases de Gibbs para sistemas químicos.
  - 2.6.d.- Reacciones químicas y calores de reacción en gases ideales.
  - 2.6.e.- Dependencia de la temperatura de la constante de equilibrio.

**TEMA 3.- Aspectos relevantes de transporte de momento, calor y masa.15 Horas**

- 3.1.- Viscosidad.
- 3.2.- Ecuaciones diferenciales para el flujo de fluidos.
- 3.3.- Fundamentos de transferencia de calor.
- 3.4.- Ecuaciones diferenciales para el flujo de calor.
- 3.5.- Fundamentos de la transferencia de masa.
- 3.6.- Ecuaciones diferenciales para la transferencia de masa.
- 3.7.- El coeficiente de difusión.
- 3.8.- Formación de uniones P-N.
- 3.9.- Sistemas de difusión y algunas soluciones de las leyes de Fick.
- 3.10.- Teoría de la capa frontera.

**TEMA 4.- Crecimiento de cristales.**

**15 Horas**

- 4.1.- Técnicas de crecimiento a partir del fundido.

- 4.1.a.- Fenómenos relevantes de transporte.
- 4.1.b.- Técnicas de Czochralski.
- 4.1.c.- Técnicas de Bridgman.
- 4.2.- Técnicas de crecimiento a partir de soluciones líquidas.
  - 4.2.a.- Fenómenos relevantes de transporte.
  - 4.2.b.- Epitaxia en fase líquida.
- 4.3.- Técnica de crecimiento a partir de gases.
  - 4.3.a.- Fenómenos relevantes de transporte y reacciones químicas.
  - 4.3.b.- CVD, OMCVD y distribución de impurezas.
  - 4.3.c.- MBE.

**TEMA 5.- Formación y depósito de óxidos**

**10 Horas**

- 5.1.- Oxidación térmica de silicio.
- 5.2.- Oxidación térmica de compuestos, GaAs.
- 5.3.- Oxidación anódica.
- 5.4.- Oxidos para enmascaramiento. El proceso planar.
- 5.4.- Oxidos para impurificación.
- 5.5.- Oxidos en diapositivos.

**TEMA 6.- Procesos químicos.**

**10 Horas**

- 6.1.- Limpieza y pulido de materiales.
- 6.2.- Revelado de defectos cristalográficos.
- 6.3.- Delineación de uniones eléctricas y metalúrgicas.
- 6.4.- Procesos electroquímicos. Pulido, porificación y metalización.
- 6.5.- Factores que afectan los procesos químicos.

**TEXTO:** *Thermodynamic of the solids*, Swalin, John Wiley & Sons.

*Physics and Technology of Semiconductor Devices*, A.S. Grove, Wiley & Sons.

**BIBLIOGRAFIA:**

*Crystal Growth: A tutorial Approach*, Edited by W. Bardsley, D.T.J. Hurlle and J.B. Mullin. North Holland Seies in Crystal Growth.

*Microelectronic Materials*, C.R.M. Grovenor, Graduates Student Series in Materials Science and Engineering Adam Hilger.

*Semiconductor Device: Physics and Technology*, S.M. Sze. John Wiley & Sons  
 Thermodynamics, H.B. Callen. John Wiley & Sons.