

# ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO

## CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES CERÁMICOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES		
<b>MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</b>			
Programa de la actividad académica <b>Cristalografía</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Objetivo general: EL alumno obtendrá los conceptos básicos de los aspectos de simetría con la finalidad de obtener la información necesaria para comprender las diferentes técnicas espectroscópicas y cristalográficas.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Aspectos fundamentales de teoría de grupos	10	0
2	Operaciones de simetría	8	0
3	Estructuras Cristalinas	12	0
4	Grupos puntuales	12	0
5	Grupos espaciales	10	0
6	Defectos cristalinos	4	0
7	Introducción a las técnicas de caracterización de materiales cristalinos	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
1	Aspectos fundamentales de teoría de grupos 1.1. Permutabilidad 1.2. Conjugados 1.3. Subgrupos 1.4. Producto de grupos 1.5. Grupos isomórficos 1.6. Notación		
2	Operaciones de simetría 2.1. Traslación 2.2. Reflexión 2.3. Rotación 2.4. Inversión		
3	Estructuras Cristalinas 3.1. Redes de Bravais 3.2. Simetría de las redes cristalinas 3.3. Celda unitaria y primitiva 3.4. Índices de Miller y de Miller Bravais 3.5. Direcciones cristalinas 3.6. Red recíproca		
4	Grupos puntuales 4.1. Proyección estereográfica 4.2. Redes de Wulff 4.3. Los 32 grupos puntuales 4.4. Grupos puntuales y propiedades físicas		
5	Grupos espaciales 5.1. Planos de deslizamiento 5.2. Ejes helicoidales 5.3. Clasificación de los grupos espaciales 5.4. Grupos espaciales y propiedades físicas		
6	Defectos cristalinos 6.1. Puntuales 6.2. Lineales 6.3. Planares		
7	Introducción a las técnicas de caracterización de materiales cristalinos 7.1. Difracción de rayos X y de neutrones 7.2. Microscopía electrónica		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	

Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Borchardt-Ott. W., <i>Crystallography</i> , 2nd. Edition, Springer-Verlag, 1995.			
2. Giacomazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., <i>Fundamentals of Crystallography</i> , Oxford University Press, 1992.			
3. Hyde, Bruce G. <i>Inorganic Crystal Structure</i> , Wiley and Sons, 1989.			
4. Richard J.D. <i>Crystals and Crystal Structures</i> , John Wiley & Sons Ltd, 2006.			
Bibliografía complementaria:			
1. Phillips F.C. <i>Introducción a la Cristalografía</i> , Paraninfo, 1991.			
2. Wells A. F. <i>Structural Inorganic Chemistry</i> , Oxford University Press, 1984.			
3. Wyckoff R.W., <i>Crystal Structures</i> , 2nd. Edition, Interscience Pub., 1966.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Difracción**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno obtendrá los principios fundamentales del fenómeno de difracción, haciendo énfasis en las características principales, geométricas y de simetría, de redes cristalinas. Discutir sus alcances como técnica de investigación en ciencia e ingeniería de materiales, especialmente en materiales cristalinos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Principios básicos de interacción de radiación con la materia	14	0
2	Estructura de la materia	8	0
3	Métodos experimentales de difracción de rayos X	30	0
4	Programas de computación para difracción de rayos X	12	0
Total		64	0

Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	Principios básicos de interacción de radiación con la materia 1. Principios básicos de interacción de radiación con la materia 1.1. Naturaleza y producción de rayos X. 1.2. Difracción de rayos X y de electrones: 1.2.1. Dispersión de Thompson. 1.2.2. Dispersión por electrones atómicos y por átomos individuales. 1.2.3. Difracción por cristales. 1.2.4. Análisis geométrico. 1.3. La ley de Bragg. 1.4. Condiciones de Laue. 1.5. Esfera de reflexión. 1.6. El espacio recíproco. 1.7. Simetrías en el espacio recíproco. 1.8. La ley de Friedel. 1.9. Ausencias sistemáticas. 1.10. Intensidades de difracción y detección de la radiación. 1.11. Factores que afectan la intensidad de difracción: 1.11.1. Factor de polarización. 1.11.2. Factor de temperatura. 1.11.3. Factor de dispersión atómica. 1.11.4. Factor de estructura.	
2	Estructura de la materia 2.1. Índices de Miller. 2.2. Sistemas cristalinos. 2.3. Redes de Bravais. 2.4. Defectos.	
3	Métodos experimentales de difracción de rayos X 3.1. Identificación del sólido. 3.2. Archivos PDF (Powder Diffraction File) y JCPDS (Joint Committee of Powder Diffraction Standards). 3.3. Parámetros de red. 3.4. Polimorfos. 3.5. Orden-desorden. 3.6. Tamaño de cristal. 3.7. Esfuerzos. 3.8. Termodifracción. 3.9. Materiales no-cristalinos.	
4	Programas de computación para difracción de rayos X 4.1. PowderCell. 4.2. Rietveld. 4.3. FullProf. 4.4. Topas. 4.5. General Structure Analysis System (GSAS).	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
		X

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesigráfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Azároff L.V., <i>Elements of X-Ray Diffraction</i>, McGraw Hill, N.Y., 1974.</li> <li>2. Cowley J. M., <i>Diffraction Physics</i>, North Holland, 1975.</li> <li>3. Cullity B. D., <i>Elements of X-Ray Difrraction</i>, Addison-Wesley, Mass., 1956.</li> <li>4. Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., <i>Fundamentals of Crystallography</i>, Oxford University Press, 1992.</li> <li>5. Klug H. P. and Alexander L. E., <i>X-Ray Diffraction Procedures (for Polycrystalline and Amorphous Materials)</i>, John Wiley and Sons, N.Y., 1974.</li> <li>6. Ladd M. F. C. and Palmer R.A., <i>Structure Determination by X-ray Crystallography</i>, Plenum Press, 1978.</li> <li>7. Wilson A. J. C., <i>Elements of X-Ray Crystallography</i>, Addison Wesley, 1970.</li> <li>8. Wormald J., <i>Diffraction Methods</i>, Claredon Press, 1973.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alexander L.E., <i>X-Ray Diffraction Methods in Polymer Science</i>, Wiley, N.Y., 1970.</li> <li>2. Baños L., <i>Preparación de especímenes para análisis por: difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X</i> La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología, editado por D. Mendoza, E. L. Brito, J. A. Arenas, Innovación Editorial Lagares de México, Naucalpan, México (2004).</li> <li>3. Bermúdez J., <i>Teoría y Práctica de la Espectroscopía de Rayos -X</i>, Exedra, México, 1975.</li> <li>4. Bertin E.P., <i>Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis</i>, Plenum Press., N. Y., 1975.</li> <li>5. Besoain E., <i>Mineralogía de arcillas de suelos</i>, Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, Serie de libros y materiales educativos #60, San José, Costa Rica (1985).</li> <li>6. Bloss F. D., <i>Crystallography and Cystal Chemistry. An Introduction</i>, Holt, Rinchart and Winston, Inc., 1971.</li> <li>7. Bonse, B., <i>Characterization of Crystal Defects by X-Ray Methods</i>, Plenum, N.Y., 1980.</li> <li>8. Brown G., <i>X-ray identification and crystal structures of clay minerals</i>, 2nd Ed., Mineralogical Society, Londrés (1961).</li> </ol>			

9. Buerger M. J., *Elementary Crystallography an Introduction to the Fundamental Geometrical Features of Crystals*, John Wiley and Sons, Inc. N.Y., 1956.
10. Forwood C. T. and Larebrough L.M.C., *Electron Microscopy of Interfaces in Metals and Alloys*, Ed. Adam Hilger, 1991.
11. Fuentes Cobas L., *Introducción al método de Rietveld*, Escuela en Ciencia e Ingeniería de Materiales, 21-25 de junio de 2004, publicado por Sociedad Mexicana de Cristalografía A. C., México D.F., (2004).
12. Guinebrière R., *X-ray diffraction by polycrystalline materials*, ISTE Ltd, Londres, (2007).
13. Guinier A., *Théorie et technique de la radiocristallographie*, Dunod, Paris, (1964).
14. Moore D. M., Reynolds, Jr R. C., *X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*, Oxford University Press, Oxford (1989).
15. Jenkins R. and De Vries L., *Practical X-Ray Spectroscopy 2*, McMillan, LTD London, 1973.
16. León López E.G., *Física de los Cristales*, Limusa, México, 1984.
17. Van Meerssche M., Feneau-Dupont J., *Introduction à la Cristallographie et à la Chimie Structurale*, Vander éditeur, Lovaina (1973).
18. Warren B. E., *X-ray diffraction*, Addison-Wesley publishing company, Reading Massachussets (1969).
19. West A. R., *Basic solid state chemistry*, John Wiley and sons, Nueva York (1988).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Métodos de Preparación de Materiales  
Cerámicos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
El alumno conocerá y desarrollará habilidades en la preparación de materiales cerámicos utilizando diferentes técnicas y evaluará las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Reacción en estado sólido	6	0
2	Métodos precursores	6	0
3	Química suave	14	0
4	Métodos alternativos	12	0
5	Métodos de alta presión e hidrotérmicos	6	0



6	Procesamiento de materiales por microondas	6	0
7	Sinterización	6	0
8	Cristalización	4	0
9	Crecimiento de cristales	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Reacción en estado sólido		
2	Métodos precursores 2.1. La coprecipitación como un precursor		
3	Química suave 3.1. Sol gel 3.2. Intercambio iónico 3.3. Reacciones de intercalación		
4	Métodos alternativos 4.1. Métodos de transporte en fase de vapor 4.2. Preparación de películas delgadas 4.3. Métodos electroquímicos 4.4. Métodos físicos 4.5. Método de combustión		
5	Métodos de alta presión e hidrotérmicos		
6	Procesamiento de materiales por microondas		
7	Sinterización		
8	Cristalización 8.1. Soluciones 8.2. Vidrios		
9	Crecimiento de cristales 9.1. Método de Czochralsky 9.2. Métodos de Bridgman y Stockbarger 9.3. Zona de fusión 9.4. Precipitación: el método de flujo 9.5. Crecimiento epitaxial de películas delgadas 9.6. Método de Verneuil		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brinker C. J. and Scherer G. W., <i>Sol Gel Science. The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing</i>, Academic Press, 1990.</li> <li>2. Cheetham A.K., and Day P., <i>Solid State Chemistry. Techniques</i>, Oxford University Press., 1987.</li> <li>3. Fernández Lozano J. F. y de Frutos Vaquerizo J., Editores. <i>Introducción a la Electrocerámica</i>. Editado por Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones. Madrid, 2003.</li> <li>4. West A.R., <i>Solid State Chemistry and its Applications</i>, John Wiley &amp; Sons, 1984.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hagemuller P., Editor, <i>Preparative Methods in Solid State Chemistry</i>, Academic Press, 1972.</li> <li>2. Rahaman M. N., <i>Ceramic Processing</i>. University of Missouri-Rolla, USA. CRC Press, 2007.</li> <li>3. Rahaman M. N., <i>Sintering of Ceramics</i>. University of Missouri-Rolla, USA, CRC Press, 2008.</li> <li>4. Segal D., <i>Chemical Synthesis of Advanced Ceramic Materials, Chemistry of Solid State Materials I</i>, Cambridge University Press 1991.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Técnicas Espectroscópicas y Térmicas**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
El alumno analizará y discutirá los conceptos fundamentales de algunos métodos espectroscópicos y térmicos para su interpretación y aplicación en los materiales cerámicos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Espectroscopía infrarroja y Raman	24	0
2	Espectroscopía de absorción UV-visible	20	0
3	Análisis térmico	20	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			

Tema y subtemas			
1	Espectroscopía infrarroja y Raman 1.1. Introducción y teoría 1.2. Instrumentación 1.3. Manejo de las muestras 1.4. Interpretación de los espectros 1.5. Aplicaciones		
2	Espectroscopía de absorción UV-visible 2.1. Introducción y teoría 2.2. Manejo de muestras 2.3. Interpretación de los espectros 2.4. Aplicaciones		
3	Análisis térmico 3.1. Análisis termogravimétrico 3.2. Calorimetría diferencial de barrido 3.3. Análisis térmico diferencial 3.4. Aplicaciones		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Nakamoto, K. <i>Spectra of Inorganic and Coordination Compounds</i> , Wiley & Sons, 1986.			
2. West A.R., <i>Solid State Chemistry and its Applications</i> , Wiley & Sons, 1984.			
Bibliografía complementaria:			
1. Pilkey W.D., <i>Mechanics of Structures: Variational and Computational</i> , CRC Press, 1994.			
2. Wunderlich B., <i>Thermal Analysis</i> , Academic Press Inc., 1990.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Temas Selectos de Materiales Cerámicos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales cerámicos, asociado a su proyecto de investigación.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			

Tema y subtemas			
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.			
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			

CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
		PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES					
Programa de la actividad académica <b>Termodinámica Estadística de los Materiales</b>					
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre
			Teóricas 4		Teóricas 64
			Prácticas 0		Prácticas 0
			Total 4		Total 64
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					

Objetivo general:  
 El alumno que ya cuenta con una buena base de termodinámica profundizará sus conocimientos tomando en cuenta el carácter microscópico de la materia. Conocerá del formalismo de la termodinámica considerando las ideas originales de Gibbs de ensembles y con base en el esquema postulador de Tisza. Igualmente, comprenderá aquellos temas que la termodinámica clásica no logra explicar de manera completa. Aplicará las herramientas de sistemas constituidos por partículas microscópicas a sistemas de relevancia a las ciencias de materiales, por encima de aquellas otras aplicaciones de las ciencias físicas básicas.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Formulación axiomática de la termodinámica de Tisza	12	0

	(Callen Cap. 12, Plischke & Bergersen Cap. 1; Chaikin & Lubensky Cap. 3)		
2	Fundamentos de Mecánica Estadística	24	0
3	Aplicaciones de mecánica estadística a los materiales (Callen Cap. 19, 20; Plischke & Bergersen Cap. 3, 4; Domb Caps. 1-4; Chaikin & Lubensky Cap. 4)	28	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Formulación axiomática de la termodinámica de Tisza (Callen Cap. 12, Plischke &amp; Bergersen Cap. 1; Chaikin &amp; Lubensky Cap. 3)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Descripción de sistemas termodinámicos en términos de variables extensivas</li> <li>1.2. La importancia de estados microscópicos en la descripción de los estados de equilibrio termodinámico</li> <li>1.3. Los postulados de Tisza para la termodinámica clásica</li> <li>1.4. La equivalencia de principios extremales para la entropía y la energía</li> <li>1.5. Las variables extensivas, la ecuación de Euler y la relación Gibbs-Duhem</li> <li>1.6. Las transformaciones de Legendre, los potenciales termodinámicos y las funciones de trabajo máximo.</li> <li>1.7. Las relaciones de Maxwell, funciones de respuesta y los diagramas mnémicos de Born</li> <li>1.8. Criterios de estabilidad termodinámica, reglas de coexistencia de fases y de Gibbs</li> <li>1.9. Puntos críticos, parámetros de orden, modelo de Landau, exponentes universales</li> </ol>		
2	<p>2. Fundamentos de Mecánica Estadística</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 El ensemble microcanónico (Callen Cap. 15, Plischke &amp; Bergersen Cap. 2) <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Los posibles estados de un sistema termodinámico cerrado</li> <li>2.1.2. Conocimiento y probabilidad</li> <li>2.1.3. Distribuciones de probabilidad, valores promedio y sus momentos</li> <li>2.1.4. Los postulados para la termoestadística de Tisza</li> <li>2.1.5. Estadística de grandes números y sistemas multidimensionales</li> <li>2.1.6. La entropía como función de los estados accesibles a un sistema cerrado</li> <li>2.1.7. El modelo de un sólido cristalino de Einstein y su capacidad calorífica a bajas temperaturas</li> <li>2.1.8. Un sistema clásico de dos estados y sin interacción. El caso de polarización magnética</li> <li>2.1.9. Los elastómeros y el modelo de Kuhn</li> </ol> </li> <li>2.2. El ensemble canónico: sistemas a temperatura constante. (Callen Cap. 16; Plischke &amp; Bergersen Cap. 1)</li> </ol>		



	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. La distribución canónica y la función canónica de partición de un gas simple</li> <li>2.2.2. La aditividad de las energías y la factorización de la función de partición</li> <li>2.2.3. Termostadística de pequeños ensembles, la densidad de estados orbitales</li> <li>2.2.4. Modelo para un sólido cristalino de Debye</li> <li>2.2.5. Radiación de cuerpo negro y ley de Stefan-Boltzmann</li> <li>2.2.6. La densidad clásica de estados y gas ideal clásico</li> <li>2.3. Entropía y desorden. Formulaciones canónicas generales y sistemas cuantizados (Callen Cap. 17, 18; Plischke &amp; Bergersen Cap. 2)</li> <li>2.3.1. Distribuciones de máximo desorden</li> <li>2.3.2. Sistemas abiertos: El ensemble gran canónico</li> <li>2.3.3. Fermiones y bosones. Estadística cuántica y matriz de densidad</li> <li>2.3.4. Estadística de fermiones sin interacción</li> <li>2.3.5. Estadística de bosones sin interacción</li> <li>2.3.6. Distribuciones de máxima entropía en sistemas fermiónicos</li> <li>2.3.7. Estadística de defectos en un sólido de Schottky</li> <li>2.3.8. Fluidos fermiónicos: Proto-gas –con spin– y gas ideal de Fermi</li> <li>2.3.9. Energías de Fermi y capacidad calorífica de fermiones a bajas temperaturas</li> <li>2.3.10. Criterio cuántico y límite clásico</li> <li>2.3.11. Régimen cuántico fuerte: el caso de gases de electrones en metales</li> <li>2.3.12. Fluido ideal de Bose y radiación de cuerpo negro</li> <li>2.3.13. Condensación de Bose, energía y capacidad calorífica</li> <li>2.4. Fluctuaciones y teoría de campo promedio (Callen Cap. 19, 20; Plischke &amp; Bergersen Cap. 3)</li> <li>2.4.1. Funciones de distribución para fluctuaciones</li> <li>2.4.2. Los momentos y funciones de correlación de las fluctuaciones de energía</li> <li>2.4.3. Teoría de campo promedio, propiedades variacionales y métodos perturbativos</li> </ul>
3	<p>Aplicaciones de mecánica estadística a los materiales (Callen Cap. 19, 20; Plischke &amp; Bergersen Cap. 3, 4; Domb Caps. 1-4; Chaikin &amp; Lubensky Cap. 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Campo promedio y teoría de Landau de transiciones críticas</li> <li>3.2 Modelo general de Ising. Modelos uni- y bidimensionales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Soluciones exactas para cadenas y redes 2D</li> </ul> </li> <li>3.3. Redes cristalinas de sistemas magnéticos</li> <li>1.4 Aproximaciones de Braggs-Williams y de Bethe</li> <li>3.5. Transiciones de orden-desorden <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. En sistemas metálicos binarios</li> <li>3.5.2. En cristales líquidos: transición isotrópica-nemática</li> </ul> </li> <li>3.6. Modelo de campo promedio para un gas de Van der Waals <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1. Propiedades del punto crítico clásicas</li> </ul> </li> </ul>

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Callen H. B., <i>Thermodynamics</i>, Wiley, New York, 1985.</li> <li>2. Chaikin P.M. &amp; Lubensky T. C., <i>Principles of Condensed Matter Physics</i>, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK .2000.</li> <li>3. Domb C., <i>The Critical Point</i>, Taylor &amp; Francis, London, UK, 1996.</li> <li>4. Plischke M. &amp; Bergersen B., <i>Equilibrium Statistical Physics</i>, 3ra. Edición, World Scientific Publ. Co., Singapore, Singapore (2006).</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bowley R. and Sánchez M., <i>Introductory Statistical Mechanics</i>, Clarendon Press, Oxford, 1999.</li> <li>2. Carrington G., <i>Basic Thermodynamics</i>; Oxford University Press, Oxford (1994)</li> <li>3. L. H. &amp; Schreiber M., Eds., <i>Computational Statistical Physics</i>, Springer Verlag, Berlin, Ger., 2002.</li> <li>4. Pahtria, R. K. <i>Statistical Mechanics</i> 2a. Edición, Butterworth-Heinemann, Oxford, (1996).</li> <li>5. Reed R. D. and Roy R. R., <i>Statistical Physics for Students of Science and Engineering</i> Dover, New York, 1995.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno:

- 1) Estudiará los fenómenos asociados con la transferencia de momento y calor fundamentalmente en sistemas con flujo laminar, así como las metodologías de tipo teórico para el estudio de fluidos.
- 2) Conocerá los fundamentos de la Mecánica de fluidos en el marco de la Mecánica del Medio Continuo y se obtienen las ecuaciones básicas del flujo.
- 3) Estudiará el flujo sin tomar en cuenta la viscosidad.
- 4) Conocerá los efectos de los flujos, estudiados en el curso, sobre la transferencia de calor.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fundamentos	14	0

2	Flujos de fluidos no-viscosos	8	0
3	Flujos unidireccionales lineales. Soluciones exactas de flujos sin inercia	12	0
4	Flujos lentos	8	0
5	Capas límite	10	0
6	Transferencia de Calor	12	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Fundamentos 1.1. Conservación de masa 1.2. Conservación de momento lineal y angular 1.3. Conservación de energía 1.4. Ecuaciones constitutivas. Fluidos newtoniano y no-newtonianos 1.5. Ecuaciones de Navier-Stokes 1.6. Condiciones de frontera		
2	Flujos de fluidos no-viscosos 2.1. Flujo potencial bidimensional 2.2. Flujo potencial tridimensional		
3	Flujos unidireccionales lineales. Soluciones exactas de flujos sin inercia 3.1. Escalas características y análisis dimensional 3.2. Flujo de Couette, Flujo de Poiseuille y Flujo de Couette-Poiseuille 3.3. Flujo con superficie libre por un plano inclinado 3.4. Soluciones de similitud. Problema de Rayleigh. Flujo en una pared oscilatoria 3.5. Flujos de Couette y de Poiseuille oscilatorios y su relacion con la capa limite 3.6. Flujo transitorio 3.7. Flujo en el interior de un cilindro y en cilindros concéntricos.		
4	Flujos lentos 4.1. Flujo lento lineal bidimensional 4.2. Soluciones en términos de la función de corriente 4.3. Soluciones por desarrollos de funciones propias		
5	Capas límite 5.1. Ecuación de flujo en la capa límite 5.2. Solución de Blasius 5.3. Solución de Falkner-Skan		
6	Transferencia de Calor 6.1. Transferencia de calor forzada. Generalidades 6.2. Análisis dimensional: Número de Peclet y número de Eckert 6.3. Transferencia de calor por conducción 6.4. Transferencia de calor en flujos: Couette, Poiseuille y Couette-Poiseuille. 6.5. Transferencia de Calor en capas límite. 6.6. Flujo alrededor de una esfera a pequeño Número de Reynolds		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Currie, I. G., <i>Fundamental Mechanics of Fluids</i> , 3rd Edition, Marcel Dekker (2003), (Texto básico)			
2. Leal, G. L., <i>Laminar Flow and Convective Heat Transfer. Asymptotic Solutions and Applications</i> Butterworth-Heinemann, Boston, 1992.			
3. Rogers D. F., <i>Laminar Flow Analysis</i> , Cambridge University Press, New York, 1992.			
Bibliografía complementaria:			
1. Barenblatt G.I., <i>Dimensional Analysis</i> , Gordon and Breach Sci. Pub., N.Y., 1987.			
2. Durst F., <i>Fluid mechanics: an introduction to the theory of fluid flows</i> , Springer, Berlin, 2008.			
3. Graebel, W. P., <i>Advanced Fluid Mechanics</i> , Academic Press Burlington, Massachusetts, 2007.			
4. Kambe, T., <i>Elementary Fluid Mechanics</i> , World Scientific New Jersey, 2007.			
5. Kundu, P. K. and Cohen, I. N., <i>Fluid Mechanics</i> , 4th ed., Academic Press, Amsterdam, 2008.			
6. Lighthill J., <i>An Informal Introduction to Theoretical Fluid Mechanics</i> , Clarendon Press, Oxford, 1986.			
7. Ockendon H., and Ockendon J.R., <i>Viscous Flow</i> , Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 1995.			
8. Pozrikidis C., <i>Introduction to Theoretical Computational Fluid Dynamics</i> , Oxford Univ. Press, Oxford, UK Yamaguchi, H., <i>Engineering Fluid Mechanics</i> , Springer, Dordrecht, Países Bajos, 2008.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Mecánica de Sólidos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64		
			Prácticas 0	Prácticas 0		
			Total 4	Total 64		

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá y dominará los métodos de solución para determinar los estados de esfuerzos, deformaciones y campos de desplazamiento en: elementos mecánicos axisimétricos, en aquellos cuyas características geométricas permitan conceptualizar el estado de deformaciones como plano, así también analizará las soluciones para placas, columnas y membranas.



Podrá determinar el comportamiento considerando tanto sólidos elásticos lineales isotrópicos como anisotrópicos, asimismo analizará el comportamiento bajo la consideración de no linealidad y grandes deformaciones en el sólido elástico.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	El concepto de esfuerzo y deformación	8	0
2	Teoría de la elasticidad	8	0

3	Criterios de falla	4	0
4	Aplicaciones bajo condiciones de sólido elástico isotrópico	4	0
5	Métodos energéticos	4	0
6	Estabilidad Elástica	4	0
7	Placas y membranas	6	0
8	Comportamiento plástico de los materiales	8	0
9	Elasticidad bajo condiciones de grandes deformaciones	10	0
10	Método del elemento Finito	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>El concepto de esfuerzo y deformación</p> <p>1.1. Descripción tensorial del estado de deformaciones.</p> <p>1.2. Descripción Lagrangiana y Euleriana del campo de desplazamientos. Gradiente de deformación.</p> <p>1.3. Teorema de descomposición polar.</p> <p>1.4. Tensor de Cauchy-Green por derecha. Tensor Lagrangiano de deformación. Tensor de deformación de Cauchy-Green por izquierda. Tensor Euleriano de deformación. Tensor Infinitesimal de deformación.</p> <p>1.5. El vector de esfuerzos. Componentes del tensor de esfuerzos. El tensor de esfuerzos de Cauchy. Primer tensor de esfuerzos de Piola-Kirchhoff. Segundo tensor de esfuerzos de Piola-Kirchhoff. Condiciones de aplicación de éstos. Representación del estado de esfuerzos y deformaciones en el círculo de Mohr.</p>		
2	<p>2. Teoría de la elasticidad</p> <p>2.1. Conceptos básicos.</p> <p>2.2. El sólido elástico homogéneo lineal e isotrópico. Ecuación constitutiva, relaciones entre las constantes elásticas.</p> <p>2.3. Teoría infinitesimal de la elasticidad.</p> <p>2.4. Análisis del estado de esfuerzos y deformaciones bajo condiciones simples. Carga uniaxial. Torsión en una barra de sección circular y no circular, flexión pura. Condiciones de esfuerzos planos y de deformación plana. Funciones de Airy. Problemas de deformación plana en coordenadas polares. Cilindro circular de pared gruesa bajo presión interna y externa. Flexión pura en una viga curvada. Concentración de esfuerzos debidos a la presencia de un barreno pequeño de sección circular en una placa sometida a una condición uniaxial de carga. Esfera hueca sujeta a presiones internas y externas. El sólido elástico lineal y anisotrópico, sólido elástico lineal monotrópico, ortotrópico y transversalmente isotrópico. Sus ecuaciones constitutivas</p>		
3	<p>3. Criterios de falla</p> <p>3.1. Desarrollo histórico de los criterios de falla.</p> <p>3.2. Falla por fluencia</p> <p>3.3. Falla por fractura</p> <p>3.4. Criterios de fluencia y fractura.</p> <p>3.5. Criterio de Tresca o del esfuerzo cortante máximo</p> <p>3.6. Criterio de von Mises-Hencky o de la máxima energía de distorsión</p> <p>3.7. Cortante octaédrico</p> <p>3.8. Esfuerzo eficaz o de von Mises</p>		

	<p>3.9. Deformación eficaz</p> <p>3.10. Lugar geométrico de la fluencia. Efecto de la anisotropía y del endurecimiento por trabajo.</p> <p>3.11. Criterios de fatiga para falla de metales. Fatiga a bajo número de ciclos.</p> <p>3.12. Fatiga bajo cargas combinadas.</p> <p>3.13. Cargas dinámicas.</p> <p>3.14. Efecto térmico.</p>
4	<p>4. Aplicaciones bajo condiciones de sólido elástico isotrópico</p> <p>4.1. Flexión en vigas. Soluciones exactas. Soluciones aproximadas.</p> <p>4.2. Vigas curvadas</p> <p>4.3. Torsión en vigas. Elementos cargados axisimétricamente.</p> <p>4.4. Métodos numéricos.</p> <p>4.5. Vigas en cimentaciones elásticas.</p>
5	<p>5. Métodos energéticos</p> <p>5.1. Trabajo desarrollado durante la deformación. Teorema de reciprocidad. Teorema de Castigliano. Teorema de Crotti-Engesser.</p> <p>5.2. Sistemas estáticamente indeterminados.</p> <p>5.3. Principio de trabajo virtual.</p> <p>5.4. Método de Rayleigh-Ritz.</p>
6	<p>6. Estabilidad Elástica</p> <p>6.1. Cargas críticas.</p> <p>6.2. Pandeo en columnas.</p> <p>6.3. Solicitaciones críticas en columnas.</p> <p>6.4. Esfuerzos permisibles.</p> <p>6.5. Elementos inicialmente curvados.</p> <p>6.6. Elementos sometidos a cargas excéntricas.</p> <p>Métodos energéticos aplicados al pandeo de columnas</p>
7	<p>7. Placas y membranas</p> <p>7.1. Flexión en placas delgadas. Placas rectangulares con apoyo simple. Placas circulares axisimétricamente cargadas.</p> <p>7.2. Determinación de las deformaciones en placas rectangulares mediante el método de la energía.</p> <p>7.3. Esfuerzos en membranas.</p>
8	<p>8. Comportamiento plástico de los materiales</p> <p>8.1. La deformación plástica.</p> <p>8.2. Comportamiento esfuerzo-deformación en el rango plástico.</p> <p>8.3. Deformación permanente en vigas.</p> <p>8.4. Análisis bajo la consideración de sólido rígido-plástico</p> <p>8.5. Condiciones de colapso.</p> <p>8.6. Torsión elasto-plástica.</p> <p>8.7. Esfuerzos en discos rotatorios bajo condiciones elasto-plásticas.</p> <p>8.8. Relaciones esfuerzo-deformación en el rango plástico. Ecuaciones de Levy-Mises. Comportamiento elasto-plástico, las ecuaciones de Prandtl-Reuss. Teoría del potencial plástico.</p>
9	<p>9. Elasticidad bajo condiciones de grandes deformaciones</p> <p>9.1. Conceptos básicos.</p> <p>9.2. El sólido elástico isotrópico bajo grandes deformaciones.</p>



	9.3. Ecuación constitutiva. 9.4. Casos particulares: Deformación bajo una condición uniaxial de carga de un sólido elástico isotrópico e incompresible. Deformación por esfuerzos de corte. 9.5. Flexión en una barra de sección rectangular. 9.6. Carga uniaxial y torsión en una barra de sección circular.		
10	10. Método del elemento Finito 10.1. Principios fundamentales. 10.2. Aplicación del MEF en problemas elásticos uniaxiales. 10.3. Aplicación del MEF en problemas elásticos biaxiales.		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atanackovic T.M. &amp; Guran A., <i>Theory of elasticity for scientist and engineers</i>, Ed. Birkhäuser, Boston, 2000.</li> <li>2. Barber J.R., <i>Elasticity (Solid mechanics and its applications)</i>, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.</li> <li>3. Lay M. &amp; Rubin D., <i>Introduction to Continuum Mechanics</i>, Ed. Butterword Heinemann, Oxford, 1996.</li> <li>4. Ugural A.C. &amp; Fenster S.K., <i>Advanced Strength and Applied Elasticity</i>, Prentice Hall, New Jersey, USA, 2003.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boresi A.P. &amp; Chong K.P., <i>Elasticity in engineering mechanics</i>, Ed. John Wiley &amp; sons, New York, 2000.</li> <li>2. Lurie A.I. &amp; Belyaev A.K., <i>Theory of elasticity (foundations of engineering mechanics)</i>, Ed. Springer, Berlin, 2005.</li> <li>3. Sadd M.H., <i>Elasticity Theory, applications and numerics</i>, Ed. Elsevier Academic Press, Oxford U.K., 2009.</li> </ol>			
 <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</p> <p>PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</p> <p>MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</p> </div> <div style="text-align: right;">  </div> </div>			

Programa de la actividad académica <b>Reología</b>					
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Complejos		
	2	8			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas		
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )			
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno adquirirá conocimientos y bases conceptuales sobre los procesos de deformación de la materia y sobre el flujo de materiales viscoelásticos.

El alumno deberá contar con conocimientos de Mecánica de Medios Continuos y Mecánica de Fluidos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fenómenos exhibidos por el flujo de líquidos poliméricos	12	0
2	Funciones materiales de los fluidos poliméricos	14	0
3	Viscoelasticidad lineal	12	0
4	Viscoelasticidad no lineal	14	0
5	Modelos moleculares	12	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	<p>Fenómenos exhibidos por el flujo de líquidos poliméricos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Introducción</li> <li>1.2. Flujo Poiseuille</li> <li>1.3. Clasificación de los fluidos</li> <li>1.4. Efecto Weissenberg</li> <li>1.5. Flujo axial-anular</li> <li>1.6. Error en la medición por tomas de presión</li> <li>1.7. Flujo en la boquilla de un extrusor</li> <li>1.8. Flujos secundarios</li> <li>1.9. Flujo a través de contracciones</li> <li>1.10. Reducción de la fuerza de arrastre</li> </ol>
2	<p>Funciones materiales de los fluidos poliméricos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Introducción</li> <li>2.2. Clasificación de los tipos de flujos</li> <li>2.3. Funciones viscométricas en flujo cortante a régimen estacionario</li> <li>2.4. Funciones materiales en régimen transitorio</li> <li>2.5. Crecimiento del esfuerzo al comienzo de un flujo cortante</li> <li>2.6. Relajación</li> <li>2.7. Sistemas viscométricos: cono y placa</li> <li>2.8. Viscosímetro capilar</li> <li>2.9. Flujos elongacionales</li> </ol>
3	<p>Viscoelasticidad lineal</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Introducción</li> <li>3.2. Principio de superposición de Boltzmann</li> <li>3.3. El fluido de Maxwell</li> <li>3.4. Movimiento oscilatorio de pequeña amplitud</li> <li>3.5. Modelo generalizado de Maxwell</li> <li>3.6. El modelo de Jeffreys</li> </ol>
4	<p>Viscoelasticidad no lineal</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Introducción</li> <li>4.2. Movimiento del continuo y las derivadas de Oldroyd</li> <li>4.3. Modelos cuasilineales</li> <li>4.4. Modelo correlacional de Jeffreys</li> <li>4.5. Modelo de Goddard-Miller</li> <li>4.6. Modelo de Oldroyd "B"</li> <li>4.7. Modelos viscoelásticos no lineales</li> <li>4.8. Ecuaciones constitutivas aplicadas para pequeñas deformaciones</li> <li>4.9. Expansiones de las integrales de memoria</li> <li>4.10. Flujos dominados por la viscosidad cortante</li> </ol>
5	<p>Modelos moleculares</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. El modelo de Rouse</li> <li>5.2. Modelo de Zimm</li> <li>5.3. Funciones materiales</li> <li>5.4. El modelo de la mancuerna (dumbbell)</li> <li>5.5. Ecuación de conservación de la función de distribución</li> </ol>

	5.6. Ecuación de difusión 5.7. Efectos anisotrópicos 5.8. Cálculo de las funciones materiales 5.9. Comparación con los experimentos 5.10. Comparación con las predicciones de los modelos continuos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Brummer R., <i>Rheology Essentials of Cosmetics and Food Emulsions</i> , Springer Verlag, Berlin, Ger. 2006. 2. Bird R.B., Curtiss C.F., Armstrong R.C. and Hassager O., <i>Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. I &amp; II</i> , John Wiley & Sons, New York, 1987. 3. Boger D.V. and Walters K., <i>Rheological Phenomena in Focus</i> , Elsevier, Amsterdam. 4. Doi M. and Edwards S., <i>The Theory of Polymer Dynamics</i> , Oxford University Press, Oxford, U.K., 1986. 5. Larson R.G., <i>The Structure and Rheology of Complex Fluids</i> , Oxford University Press, Oxford, UK, 1999. 6. Macosko C.W., <i>Rheology. Principles, Measurements, and Applications</i> , Wiley-VCH, New York, USA, 1994			
Bibliografía complementaria:			
1. Fredrickson A.G., <i>Principles and Applications of Rheology</i> , Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1964. 2. Janeschitz-Kriegl H., <i>Polymer Melt Rheology and Flow Birefringence</i> , Springer Verlag, N.Y., 1983. 3. Larson R.G., <i>Constitutive Equations for Polymer Melts and Solutions</i> , Butterworths, Boston, 1988. 4. Schowalter W., <i>Mechanics of Non-Newtonian Fluids</i> , Pergamon Press, Oxford, 1978.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Temas Selectos de Materiales Complejos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X )	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	



Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales complejos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:  
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
Total		64	0

Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
Trabajo en equipo		Examen final
Lecturas		Trabajos y tareas
Trabajo de investigación		Presentación de tema
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase
Prácticas de campo		Asistencia
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios
Casos de enseñanza		Listas de cotejo
Otras (especificar)		Otras (especificar)
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Perfil profesiográfico		
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Otra característica		
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.		
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		

## CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
Programa de la actividad académica <b>Nanotecnología y Nanomateriales</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X ) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )	Horas	
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna ( X )			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Objetivo general: El alumno adquirirá los conceptos fundamentales de la física y las propiedades de los materiales cuando alguna de sus dimensiones características es menor a los 100 nm. Conocerá los diferentes fenómenos cuánticos que se presentan en los dispositivos electrónicos nanométricos, así como el impacto que tienen las dimensiones de los nanomateriales en propiedades, tales como el magnetismo, las propiedades ópticas, mecánicas, químicas y biológicas y su impacto en las tecnologías del futuro.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Introducción a la nanotecnología	4	0
2	Conceptos básicos de la mecánica cuántica	4	0
3	Nanoestructuras cuánticas semiconductoras	8	0
4	Transporte electrónico y propiedades ópticas de nanoestructuras	8	0
5	Fenómenos a escala nanométrica	20	0
6	Nanomateriales	12	0
7	Nanoestructuras	8	0
8	Método de Enseñanza: Un coordinador de grupo y profesores invitados		0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Introducción a la nanotecnología 1.1. ¿Qué es nanotecnología? 1.2. Nanotecnología, ¿por qué ahora? 1.3. Nanomateriales y nanotecnología 1.4. Nano versus miniaturización 1.5. Longitudes características.		
2	Conceptos básicos de la mecánica cuántica 2.1. Onda 2.2. Cuantización de la energía 2.3. Función de onda para el átomo de hidrógeno 2.4. Fenómenos cuánticos		
3	Nanoestructuras cuánticas semiconductoras 3.1. La física de semiconductores de baja dimensionalidad 3.2. Nanoestructuras cuánticas semiconductoras y superredes.		
4	Transporte electrónico y propiedades ópticas de nanoestructuras 4.1. Transporte en campos eléctricos en nanoestructuras 4.2. Transporte en campos magnéticos en nanoestructuras 4.3. Procesos optoelectrónicos en heteroestructuras cuánticas.		
5	Fenómenos a escala nanométrica 5.1. Magnetismo a escala nanométrica 5.2. Nanomecánica y nanotribología 5.3. Transporte térmico a la nanoescala y nanofluidos 5.4. Química a escala nanométrica 5.5. Biología y ciencias médicas a escala nanométrica		
6	Nanomateriales 6.1. Nanoestructuras metálicas 6.2. Nanoestructuras poliméricas 6.3. Nanocompositos 6.4. Nanoestructuras cerámicas		
7	Nanoestructuras 7.1. Quantum dots y superredes cuánticas 7.2. Cristales fotónicos 7.3. Nanoestructuras basadas en carbono		



	7.4. Nanocintas y nanoalambres 7.5. Nanoestructuras autoensambladas		
8	Método de Enseñanza: Un coordinador de grupo y profesores invitados		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesigráfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Matínez-Duart J.M., Martín-Palma R.J., and Agullo-Rueda F., <i>Nanotechnology for Microelectronics and Optoelectronics</i> , Elsevier, U.K., 2006.			
2. Morris D.G., <i>Mechanical Behaviour of Nanostructure Materials</i> , Trans. Tech. Publications Suiza, 1998.			
Bibliografía complementaria:			
1. Hari Singh Nalwa (Editor), <i>Magnetic Nanostructures</i> . American Scientific Publishers 2002.			
2. Wolf E.L., <i>Nanophysics and Nanotechnology: An introduction to modern concepts in Nanoscience</i> , Wiley-VCH Verlag, 2004.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Propiedades Electrónicas de Materiales**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno:

- 1) Obtendrá un entendimiento general sobre las propiedades electrónicas, ópticas, magnéticas y térmicas de los materiales basados en los conceptos centrales de la física de estado sólido y la descripción cuántica de la estructura electrónica de los materiales.
- 2) Conocerá cómo la estructura electrónica de los materiales determina las propiedades ópticas, electrónicas y magnéticas de los materiales.
- 3) Revisará los conceptos de la mecánica cuántica y la descripción de los electrones en diferentes sistemas, así como la descripción de las propiedades electrónicas y ópticas de los semiconductores, incluyendo el cambio en sus propiedades al ser de baja dimensionalidad.
- 4) Conocerá la descripción de las propiedades que son controladas por el movimiento de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	6	0
2	Estructura de bandas de los sólidos	8	0
3	Estructura y defectos en semiconductores en bulto	8	0
4	Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad	4	0
5	Propiedades ópticas*	8	0
6	Diamagnetismo y paramagnetismo	8	0
7	Ferromagnetismo y orden magnético	8	0
8	Superconductividad	8	0
9	Dinámica de los átomos en un cristal**	6	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Conceptos básicos de mecánica cuántica 1.2. Enlace en estado sólido		
2	Estructura de bandas de los sólidos 2.1. Introducción 2.2. Teorema de Bloch y estructura de bandas de un sólido periódico 2.3. El modelo de Kronig-Penney 2.4. El método de enlace fuerte 2.5. El método de electrón cuasi-libre 2.6. Estructura de bandas de semiconductores tetrahedrales 2.7. El uso de pseudo-potenciales		
3	Estructura y defectos en semiconductores en bulto 3.1. Introducción 3.2. Teoría k-p de semiconductores 3.3. Masa efectiva de electrones y agujeros 3.4. Tendencias en los semiconductores 3.5. Impurezas en semiconductores 3.6. Semiconductores amorfos		
4	Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad 4.1. Introducción 4.2. Estados confinados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos 4.3. Densidad de estados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos 4.4. Dopaje modulado y hetero-uniones 4.5. Efecto Hall cuántico		

5	<p>Propiedades ópticas*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Reflexión</li> <li>5.2. Resumen de procesos de absorción</li> <li>5.3. Transiciones a través de la brecha energética</li> <li>5.4. Excitones</li> <li>5.5. Imperfecciones</li> <li>5.6. Portadores libres</li> <li>5.7. Absorción de resonancia del plasma</li> <li>5.8. Polarización de electrones ligados</li> <li>5.9. Efectos fotoeléctricos</li> <li>5.10. Espectro óptico</li> <li>5.11. Aplicaciones fotoeléctricas</li> </ul>
6	<p>Diamagnetismo y paramagnetismo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Introducción</li> <li>6.2. Magnetización</li> <li>6.3. Momento magnético del electrón</li> <li>6.4. Diamagnetismo en átomos y sólidos</li> <li>6.5. Teoría de Langevin (clásica) del paramagnetismo</li> <li>6.6. Momentos magnéticos en átomos e iones aislados: reglas de Hund</li> <li>6.7. Teoría de Brillouin (mecánica cuántica) del paramagnetismo</li> <li>6.8. Paramagnetismo en metales</li> </ul>
7	<p>Ferromagnetismo y orden magnético</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. Introducción</li> <li>7.2. La interacción de intercambio</li> <li>7.3. Ferromagnetismo y la temperatura de Curie</li> <li>7.4. Magnetización espontánea</li> <li>7.5. Magnetización espontánea y la susceptibilidad de un antiferromagneto</li> <li>7.6. Ferromagnetismo</li> <li>7.7. Ondas de spin- excitaciones magnéticas elementales</li> <li>7.8. Dominios ferromagnéticos</li> <li>7.9. Imanes permanentes de alta calidad</li> <li>7.10. Ferromagnetismo itinerante</li> <li>7.11. Magnetoresistencia gigante</li> </ul>
8	<p>Superconductividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. Introducción</li> <li>8.2. Ocurrencia de la superconductividad</li> <li>8.3. Comportamiento magnético y efecto Meissner</li> <li>8.4. Superconductores tipo I y II</li> <li>8.5. Momento electromagnético y las ecuaciones de London</li> <li>8.6. El efecto Meissner</li> <li>8.7. Aplicaciones de la termodinámica</li> <li>8.8. Pares de Cooper y la teoría BCS</li> <li>8.9. Longitud de coherencia en la teoría BCS</li> <li>8.10. Corrientes persistentes y función de onda de la superconductividad</li> <li>8.11. Cuantización del flujo</li> <li>8.12. Tunelaje Josephson</li> <li>8.13. Efecto Josephson AC</li> <li>8.14. Superconductividad a alta temperatura</li> </ul>

9	Dinámica de los átomos en un cristal			
	9.1. Fonones			
	9.2. Dispersión			
	9.3. Propiedades térmicas:			
	9.3.1. Calor específico			
	9.3.2. Expansión térmica			
	9.3.3. Conductividad térmica			
	Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
	Exposición		Exámenes parciales	X
	Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X	
Trabajo de investigación		Presentación de tema		
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X	
Prácticas de campo		Asistencia		
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas		
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios		
Casos de enseñanza		Listas de cotejo		
Otras (especificar)		Otras (especificar)		
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica:				
1. Bube R., <i>Electrons in Solids*</i> , Academic Press Inc, USA, 1992.				
2. Ibach H., Luth H., <i>Solid State Physics; an Introduction to Principles of Materials Science**</i> , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.				
3. O'Reilly E., <i>Quantum Theory of Solids</i> , Taylor & Francis, Great Britain, 2002.				
Bibliografía complementaria:				
1. Hummel R.E., <i>Electronic Properties of Materials</i> , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1993.				
2. Kittel C., <i>Introduction to Solid State Physics</i> , John Wiley & Sons 8e, USA 2004.				
3. Kittel C., <i>Quantum Theory of Solid</i> , John Wiley & Sons 2nd, USA 1987.				
4. Richard M Martin, <i>Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods</i> , Cambridge University Press, Cambridge, 2004.				



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Dispositivos Electrónicos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre		
			Teóricas 4	Teóricas 64		
			Prácticas 0	Prácticas 0		
			Total 4	Total 64		

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno obtendrá un panorama general del desarrollo de la tecnología electrónica desde sus inicios, su estado actual y las tendencias a futuro y adquirirá un entendimiento de la física y la tecnología de los dispositivos electrónicos; es decir, que comprenda la estrecha relación que hay entre las técnicas de preparación de materiales en volumen y en película delgada y las propiedades y el desempeño de estos materiales dentro de un dispositivo electrónico.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Tecnología de crecimiento de cristales y preparación de sustratos	8	0

3	Tecnología de preparación películas delgadas semiconductoras y aislantes	20	0
4	Metalización	12	0
5	Preparación y funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos	20	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Reseña histórica de dispositivos de estado sólido</p> <p>1.2. Tipos y clasificación de dispositivos de estado sólido</p> <p>1.3. Tendencias de tecnologías modernas</p>		
2	<p>Tecnología de crecimiento de cristales y preparación de substratos</p> <p>2.1. Producción de silicio y de otros semiconductores grado electrónico</p> <p>2.2. Método Czochralsky. Control de estructura, pureza y defectos</p> <p>2.3. Método de Bridgman</p> <p>2.4. Otros métodos de crecimiento de cristales</p> <p>2.5. Corte, pulido y limpieza de obleas y otros substratos</p>		
3	<p>Tecnología de preparación películas delgadas semiconductoras y aislantes</p> <p>3.1. Importancia de las películas delgadas</p> <p>3.2. Teoría sobre el proceso de crecimiento de películas delgadas</p> <p>3.3. Procesos de epitaxia. Epitaxia en fase líquida (LPE) y epitaxia en fase vapor (VPE)</p> <p>3.4. Técnicas PVD. Epitaxia de haz molecular (MBE) y de haz de iones (IB evaporación térmica y con haz de electrones, erosión catódica, ablación láser)</p> <p>3.5. Técnicas CVD. CVD térmico, CVD asistido por plasma directo (PECVD remoto (RPECVD))</p> <p>3.6. Técnicas de rocío pirolítico</p> <p>3.7. Otras técnicas</p> <p>3.8. Preparación de aislantes en película delgada, dióxido de silicio, nitruro de silicio</p>		
4	<p>Metalización</p> <p>4.1 Preparación de contactos metálicos por evaporación térmica, con haz de electrones y con haz de iones, erosión catódica, ablación láser</p> <p>4.2. Mascarillas y fotolitografía</p> <p>4.3. Contactos conductores transparentes</p>		
5	<p>Preparación y funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos</p> <p>5.1. Sensores térmicos y fotodetectores</p> <p>5.2. Puntas Hall para medir campos magnéticos</p> <p>5.3. Diodos rectificadores y diodos emisores de luz. Láseres de estado sólido</p> <p>5.4. Transistores bipolares y de efecto campo</p> <p>5.5. Celdas solares</p> <p>5.6. Estructuras electroluminiscentes</p> <p>5.7. Intercambiadores de calor</p> <p>5.8. Guías de ondas</p> <p>5.9. Circuitos integrados. Tecnologías VLSI y LTLSI</p>		

5.10. Nuevos materiales y aplicaciones. Silicio poroso, pozos cuánticos, puntos cuánticos, nanoestructuras			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baklanov M., Maex K., and Green M. <i>Dielectric Films for Advanced Microelectronics</i>, Wiley Series in Materials for Electronic &amp; Optoelectronic Applications, 2007.</li> <li>2. Chopra and Kaur<sup>1</sup>, <i>Thin Film Device Applications</i>, Plenum Press, N.Y., 1983.</li> <li>3. Colclaser R. A. and Diehl-Nagle S., <i>Materials and Devices for Electrical Engineers and Physicists</i>, McGraw-Hill Book Co., N.Y., 1985.</li> <li>4. Sze S.M., <i>VLSI technology</i>, McGraw- Hill, 1988.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Green M. A., <i>Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion</i>, Springer Series in Photonics, 2003.</li> <li>2. Sze S.M., <i>Semiconductor Devices Physics and Technology</i>, John Wiley &amp; Sons, 1985.</li> <li>3. Sze S.M., <i>Physics of Semiconductor Devices</i>, 2nd. Edition, John Wiley &amp; Sons, 1981.</li> </ol>			





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Fundamentos de Magnetismo**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá los aspectos teóricos y experimentales del magnetismo, enfatizando en ideas y conceptos modernos, de tal forma que pueda proveer el material y conocimientos suficientes para servir como puente hacia el estudio experimental o teórico en investigación científica en cualquier aspecto de los estudios modernos del magnetismo.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Fenomenología de diversos procesos magnéticos	4	0
3	Variedades de orden magnético en materiales	4	0
4	Caracterización por medio de susceptibilidad y magnetización de tres procesos básicos: Paramagnetismo, Ferromagnetismo y Diamagnetismo	6	0

5	Descripción clásica y cuántica de los procesos magnéticos	4	0
6	Campo molecular descripción de procesos ferromagnéticos y antiferromagnéticos.	4	0
7	Magnetismo de electrones itinerantes	4	0
8	Superintercambio del tipo Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida	4	0
9	Taxonomía del comportamiento magnético	4	0
10	Técnicas experimentales y unidades en magnetismo	4	0
11	Procesos simples de comportamiento magnético: Paramagnetismo ideal, Diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo	6	0
12	Procesos más complicados	6	0
13	Magnetismo molecular	4	0
14	Magnetismo, enlaces y ligaduras en procesos químicos	4	0
15	Nanomagnetismo	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción		
2	Fenomenología de diversos procesos magnéticos		
3	Variedades de orden magnético en materiales 3.1 Requerimientos físicos para la existencia de orden magnético		
4	Caracterización por medio de susceptibilidad y magnetización de tres procesos básicos: Paramagnetismo, Ferromagnetismo y Diamagnetismo 4.1 Modelo semicuántico: Langevin 4.2. Modelo cuántico: Brillouin 4.3. Extracción de los dos modelos de la ley de Curie y condiciones de validez 4.4 Proceso energético y rompimiento de la regeneración por medio de campos magnéticos. Efecto Zeeman		
5	Descripción clásica y cuántica de los procesos magnéticos 5.1 Diamagnetismo, momento dipolar, reglas de Hund, y función de Brillouin		
6	Campo molecular descripción de procesos ferromagnéticos y antiferromagnéticos. 6.1. Acoplamiento de Intercambio: interacciones directas e indirectas. 6.2. Superintercambio.		
7	Magnetismo de electrones itinerantes		
8	Superintercambio del tipo Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida		
9	Taxonomía del comportamiento magnético		
10	Técnicas experimentales y unidades en magnetismo		
11	Procesos simples de comportamiento magnético: Paramagnetismo ideal, Diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo		

	11.1 Diversas contribuciones a la susceptibilidad magnética: medidas experimentales.		
12	Procesos más complicados 12.1 Metamagnetismo 12.2 Metamagnetismo itinerante electrónico 12.3 Ferromagnetismo incipiente, comportamiento ideal de vidrios de espín 12.4 Mictomagnetismo 12.5 Sperimagnetismo		
13	Magnetismo molecular		
14	Magnetismo, enlaces y ligaduras en procesos químicos		
15	Nanomagnetismo		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Buschow. K. H. J. and F.R. De Boer. <i>Physics of magnetism and magnetic materials</i> . New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, C2003.			
2. Carlin R and A.J. van Duynveldt. <i>Magnetic properties of transition metal compound</i> . New York: Springer-Verlag, (Inorganic chemistry concepts; V.2.), c1977.			
3. Chikazumi S. <i>Physics of ferromagnetism</i> . 2 <sup>nd</sup> . Ed. Oxford: Clarendon Press; New York: Oxford University Press, (The international series of monographs on physics; 94)1997Hein R. A, T.L. Francavilla, and D. Liebenberg. Ed. <i>Magnetic susceptibility of superconductors and other spin systems</i> . New York, Plenum Press, c1991.			
4. Jiles D. <i>Introduction to magnetism and magnetic materials</i> . 2 <sup>nd</sup> Ed. New York, Chapman & Hall, 1997.			
5. Kittel, Charles. <i>Introduction to solid state physics</i> . Hoboken, NJ, Wiley, c2005.			
Bibliografía complementaria:			
1. Fischer K.H., J. A. Hertz. <i>Spin Glasses</i> . Cambridge; New York, NY, USA: Cambridge University Press, (Cambridge studies in magnetism: 1), 1991.			

2. Mattis.D. C. *The theory of Magnetism I and II*. Berlin; New York: Springer-Verlag, (Springer series in solid-state sciences; 17, 55), 1981-c1985.
3. Mydosh L. A. *Spin Glasses: an experimental introduction*. London; Washington, DC: Taylor & Francis, 1993
4. Yosida K. *Theory of magnetism*. Berlin; New York: Springer, (Springer series in solid-state sciences, 0171-1873; 122), 1998.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Superconductividad**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral	Semana		Semestre		
		Teóricas 4		Teóricas 64		
		Prácticas 0		Prácticas 0		
		Total 4		Total 64		

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno adquirirá conocimientos básicos del fenómeno de la superconductividad, en aspectos tanto teóricos como experimentales y los modelos fenomenológicos y microscópicos de la superconductividad, los diferentes tipos de materiales superconductores, incluyendo los superconductores de alta temperatura crítica y se termina con las aplicaciones que se han dado a los materiales superconductores.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	El fenómeno de la Superconductividad	8	0
2	Propiedades termodinámicas	8	0
3	Teoría de London	8	0
4	Teoría de Ginzburg-Landau	12	0
5	Teoría BCS	12	0

6	Diversos tipos de materiales superconductores	8	0
7	Superconductores de alta temperatura crítica	4	0
8	Aplicaciones	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	El fenómeno de la Superconductividad 1.1. Resumen histórico. 1.2. Resistencia cero. Temperatura de transición superconductora, $T_c$ 1.3. Diamagnetismo perfecto. Campos dentro de un superconductor. Corriente de apantallamiento 1.4. Campo crítico y corriente crítica		
2	Propiedades termodinámicas 2.1. Calor específico de un superconductor 2.2. Termodinámica de un superconductor. Brecha superconductora. 2.3. Superconductor en un campo magnético 2.4. Calor específico en un campo magnético		
3	Teoría de London 3.1. Ecuaciones de London. Profundidad de penetración 3.2. Cuantización del flujo magnético		
4	Teoría de Ginzburg-Landau 4.1. Parámetro de orden y las ecuaciones de Ginzburg-Landau 4.2. Ecuaciones de Ginzburg-Landau normalizadas 4.3. Superconductores Tipo I y Tipo II 4.4. Campo crítico inferior y campo crítico superior		
5	Teoría BCS 5.1. Problema de Cooper 5.2. Modelo de BCS 5.3. Resultados de la teoría BCS 5.4. Tunelaje electrónico 5.5. Efecto Josephson 5.6. Comparación con resultados experimentales		
6	Diversos tipos de materiales superconductores 6.1. Elementos, compuestos y aleaciones 6.2. Aleaciones del tipo A15 6.3. Fases de Chevrel 6.4. Óxidos superconductores (antes de Cu-O) 6.5. Fermiones pesados 6.6. Superconductores orgánicos 6.7. Fullerenos		
7	Superconductores de alta temperatura crítica 7.1. El sistema de Bednorz y Müller : $La_2CuO_4$ 7.2. Superconductores del tipo $R_1Ba_2Cu_3O_7$ 7.3. Superconductores con base en bismuto y talio 7.4. Compuestos con mercurio 7.5. Diagrama de fases de sistemas superconductores de alta $T_c$ (tipo n y p) 7.6. Comportamiento magnético de los cupratos		

	7.7. Características anómalas de los cupratos y sus diferencias con respecto metales normales		
	7.8. Modelos teóricos intentando explicar la superconductividad en los superconductores de alta temperatura crítica		
8	Aplicaciones		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Burns G., <i>High Temperature Superconductivity an Introduction</i> . Academic Press 1992			
2. Gennes P.G., <i>Superconductivity of Metals and Alloys</i> , W.A. Benjamin, N.Y., 1989.			
3. Fujita S. and Godoy S., <i>Quantum Statistical Theory of Superconductivity</i> , Plenum, N. 1996.			
4. Ibach H. and Lüth H., <i>Solid State Physics (An Introduction to the Theory and Experiment)</i> Springer-Verlag, Berlin, 1990.			
5. Poole Jr. C.P., Farach H.A. and Creswick R.J., <i>Superconductivity</i> , Academic Press Inc., San Diego CA, 1995.			
6. Rose-Innes A.C. and Rhoderick E.H., <i>Introduction to Superconductivity</i> , Pergamon Press Oxford, 1969.			
7. Tinkham M., <i>Introduction to Superconductivity</i> , 2nd. Ed. McGraw-Hill, N.Y., 1995.			
Bibliografía complementaria:			
1. Lynn J.W., <i>High Temperature Superconductivity</i> , Springer Verlag, N.Y., 1990.			
2. Navarro Chávez O., Baquero Parra R., <i>Ideas Fundamentales de la Superconductividad</i> Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.			
3. Parks R.D. Editor, <i>Superconductivity Vol. I and Vol. II</i> , Marcel Dekker, Inc.			
4. Schrieffer J. R., <i>Theory of Superconductivity</i> , Addison-Wesley, Co., 1988.			
5. Taylor P.L., <i>A Quantum Approach to the Solid State</i> , Prentice-Hall Inc., N.Y., 1970. Till D.R. and Tilley J. <i>Superfluidity and Superconductivity</i> , 3rd. Ed., Adam Hilger, 1990.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Materiales Desordenados**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral	Semana		Semestre		
		Teóricas 4		Teóricas 64		
		Prácticas 0		Prácticas 0		
		Total 4		Total 64		

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá diferentes aspectos de los materiales desordenados, tanto de su arreglo atómico, su preparación y caracterización como de sus propiedades.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Sistemas no cristalinos	6	0
2	Preparación y caracterización de materiales amorfos	8	0
3	Técnicas y modelos	14	0
4	Excitaciones en redes desordenadas	14	0
5	Materiales amorfos	14	0
6	Aplicaciones	8	0
	Total	64	0
Suma total de horas		64	



Contenido Temático			
		Tema y subtemas	
1	Sistemas no cristalinos 1.1. Desorden estructural 1.2. Desorden sustitucional 1.3. Desorden magnético 1.4. Orden de corto y largo alcance 1.5. Orden cuasicristalino 1.6. Sistemas porosos 1.7. Nanoestructuras		
2	Preparación y caracterización de materiales amorfos 2.1. Método de enfriamiento rápido 2.2. Método de espurreo y vaporización 2.3. Difracción de rayos-X, de neutrones y de electrones 2.4. Estructura fina de la absorción de rayos-X extendida (EXAFS) 2.5. Espectroscopía de infrarrojo y Raman		
3	Técnicas y modelos 3.1. Función de distribución radial 3.2. Modelo de empacamiento aleatorio denso de esferas duras 3.3. Método de amarre fuerte 3.4. Redes de Bethe 3.5. Aproximación de cristal virtual (VCA) 3.6. Aproximación de potencial coherente (CPA) 3.7. Procesos computacionales: el proceso “melt and quench” y el proces “undermelt-quench”		
4	Excitaciones en redes desordenadas 4.1. Localización de Anderson 4.2. Bordos de movilidad 4.3. Pseudobrechas de energía 4.4. Conducción por saltos 4.5. Transición de Mott 4.6. Fonones		
5	Materiales amorfos 5.1. Metales amorfos 5.2. Semiconductores amorfos 5.3. Estructuras magnéticas desordenadas 5.4. Superconductores amorfos		
6	Aplicaciones 6.1. Celdas solares 6.2. Vidrios metálicos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		X	Trabajos y tareas
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
			X

Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Mott N.F. and Davis E.A., <i>Electronic Processes in Non-Crystalline Materials</i> , Oxford University Press, 2nd. Edition, 1979.			
2. Waseda Y., <i>The Structure of Non-Crystalline Materials, Liquids and Amorphous Solids</i> , McGraw-Hill, 1980.			
Bibliografía complementaria:			
1. Mott N.F., <i>Conduction in Non-Crystalline Materials</i> , Oxford University Press, 1987.			
2. Ziman J.M., <i>Models of disorder</i> , Cambridge University Press, 1979.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Óptica de Semiconductores**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá las propiedades ópticas de los semiconductores como: los espectros de reflexión, transmisión y luminescencia, o de la función dieléctrica compleja en el infrarrojo, visible y ultravioleta. Así como, las técnicas experimentales espectrales usadas en la caracterización óptica de los semiconductores.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Ecuaciones de Maxwell y los fotones	6	0
3	Interacción de la luz con la materia	18	0
4	Conjunto de osciladores desacoplados	5	0
5	El concepto de polariton	4	0

6	Relaciones de dispersión	4	0
7	Vibraciones de la red y fonones	5	0
8	Electrones en una red cristalina periódica	6	0
9	Excitones	5	0
10	Propiedades ópticas de excitones intrínsecas	5	0
11	Espectroscopías ópticas	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Objetivos y conceptos 1.2. Nociones generales		
2	Ecuaciones de Maxwell y los fotones 2.1. Ecuaciones de Maxwell 2.2. Radiación electromagnética en el vacío 2.3. Radiación electromagnética en la materia 2.4. Óptica lineal 2.5. Ondas longitudinales y transversales 2.6. Fotones y algunos aspectos de la mecánica cuántica 2.7. Función dieléctrica 2.8. Teoría microscópica de la función dieléctrica 2.9. Problemas		
3	Interacción de la luz con la materia 3.1. Aspectos macroscópicos de los sólidos 3.2. Condiciones a la frontera 3.3. Leyes de la reflexión y refracción 3.4. Reflexión y transmisión en una interfase 3.5. Extinción y absorción de luz 3.6. Absorción estimulada y emisión espontánea 3.7. Procesos de absorción óptica 3.7.1. Portadores libres 3.7.2. Absorción por la red 3.7.3. Absorción intrínseca 3.7.4. Por excitones 3.7.5. Absorción extrínseca 3.8. Transiciones interbanda 3.8.1. Transiciones directas permitidas 3.8.2. Transiciones directas prohibidas 3.8.3. Transiciones indirectas 3.9. Problemas		
4	Conjunto de osciladores desacoplados 4.1. Ecuaciones de movimiento y la función dieléctrica 4.2. Correcciones por mecánica cuántica 4.3. Espectro de la función dieléctrica 4.4. Espectros de reflexión y transmisión 4.5. Problemas		

5	El concepto de polariton 5.1. Polaariton una nueva cuasi partícula 5.2. La relación de dispersión de polaritones 5.3. Problemas		
6	Relaciones de dispersión 6.1. Relaciones de Kramer-Croning 6.2. Relaciones entre constantes ópticas 6.3. Problemas		
7	Vibraciones de la red y fonones 7.1. Aproximación adiabática 7.2. Redes en el espacio real y en el reciproco 7.3. Cuantización en vibraciones de la red 7.4. Problemas		
8	Electrones en una red cristalina periódica 8.1. Teorema de Bloch 8.2. Metales, aisladores y semiconductores 8.3. Electrones y huecos en un cristal		
9	Exitotes 9.1. Excitones de Waier y Frenkel 9.2. Correcciones al modelo del exciton simple 9.3. Influencia de la dimensionalidad 9.4. El fonon-polariton como un ejemplo 9.5. Espectro de reflexión, dispersión Raman y de Brillouin 9.6. Problemas		
10	Propiedades ópticas de excitones intrínsecas 10.1. Acoplamiento exciton-foton 10.2. Espectros de reflexión, transmisión y luminiscencia 10.3. Exciton ligado y multiexcitones 10.4. Pares donador-aceptor y transiciones relacionadas 10.5. Problemas		
11	Espectroscopías ópticas 11.1. Ultravioleta-visible 11.2. Infrarrojo 11.3. Raman 11.4. Fotoluminiscencia 11.5. Ejercicio teórico-experimental final		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bube R.H., <i>Electronic Properties of Crystalline Solids (An Introduction to Fundamentals)</i>, Academic Press, N.Y., 1974.</li> <li>2. Claus Klingshirn, <i>Semiconductor Optics, Springer Study edition, N Y 1997.</i></li> <li>3. Chuang S.L., <i>Physics of Optoelectronic Devices</i>, Wiley Series in Pure and Applied Optics, 1995.</li> <li>4. H. Kalt and M. Hetterich, <i>Series in Solid State Sciences</i>, 146, 2004.</li> <li>5. Klingshirn K.F., <i>Semiconductor Optics</i>, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.</li> <li>6. Wooten F., <i>Optical Properties of Solids</i>, Academic Press, N.Y., 1972.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pankove J.I., <i>Optical Processes In Semiconductors</i>, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1971.</li> <li>2. Ropp R.C., <i>Luminescence and the Solid State, Studies in Inorganic Chemistry</i>, Elsevier Science Pub., Amsterdam, 1991.</li> <li>3. S. Nudelaman and S.S. Mitra eds. , <i>NATO ASI series, Plenum Press</i> New York 1969</li> <li>4. Yu P.Y. and Cardona M., <i>Fundamentals Of Semiconductors</i>, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1996.</li> <li>5. W. Schafer and M. Wegener, <i>Semiconductor optics and transport Phenomena</i>, Springer, Berlin, 2002.</li> <li>6. Y. Toyosawa, <i>Optical processes in solids</i>, Cambridge, Universiti Press, Cambrige, 2003</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Propiedades Magnéticas de Materiales**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá las propiedades magnéticas de los materiales, desde sus aspectos fundamentales, las técnicas experimentales más usadas en los laboratorios de investigación y los diversos tipos de materiales magnéticos, su fenomenología asociada y sus aplicaciones.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	5	0
2	Origen atómico del momento magnético	6	0
3	Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo	12	0
4	La interacción de intercambio	8	0
5	Anisotropía magnética	8	0

6	Dominios magnéticos y pared de dominio	3	0
7	Mecanismos de magnetización	4	0
8	Técnicas experimentales	8	0
9	Materiales magnéticos	10	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Perspectiva histórica.</p> <p>1.2. Conceptos básicos y magnetostática.</p> <p>1.3. Corriente eléctrica y campo magnético. Ley de Ampere. Ley de Biot Savart. Momento magnético, inducción magnética, flujo magnético magnetización, permeabilidad y susceptibilidad magnética.</p> <p>1.4. Clasificación de materiales por susceptibilidad magnética. El campo de desmagnetización, factores de desmagnetización, energía magnetostática.</p> <p>1.5. Unidades magnéticas: sistemas cgs, SI.</p>		
2	<p>Origen atómico del momento magnético</p> <p>2.1. Átomo de hidrógeno y números cuánticos.</p> <p>2.2. Efecto Zeeman, espín electrónico, principio de exclusión de Pauli, acoplamiento Russell-Saunders, reglas de Hund.</p> <p>2.3. Modelo vectorial del átomo</p>		
3	<p>Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo</p> <p>3.1. Efecto diamagnético, susceptibilidad diamagnética, superconductores efecto Meissner.</p> <p>3.2. Teoría de Langevin del paramagnetismo, ley de Curie, paramagnetismo de Pauli.</p> <p>3.3. Teoría del campo molecular del ferromagnetismo, Ley de Curie-Weiss, magnetización espontánea, curva de Slater-Pauling, magnetismo de electrones itinerantes. Antiferromagnetismo, ferrimagnetismo</p>		
4	<p>La interacción de intercambio</p> <p>2.1. Intercambio directo. El hamiltoniano de Heisenberg, curva de Bethe-Slater.</p> <p>2.2. Intercambio indirecto. Doble intercambio, superintercambio, interacción RKKY.</p> <p>2.3. El modelo de Ising</p> <p>4.4 Ondas de espín</p>		
5	<p>Anisotropía magnética</p> <p>5.1. Anisotropía magnetocristalina. El campo cristalino. Energía de anisotropía: simetría cúbica y uniaxial. Magnetostricción.</p> <p>5.2. Modelo de un solo ión: anisotropía de átomos 3d y 4f.</p> <p>5.3. Anisotropía de forma.</p> <p>5.4. Anisotropía inducida</p>		
6	<p>Dominios magnéticos y pared de dominio</p> <p>6.1. Formación de dominios magnéticos.</p> <p>6.2. Pared de dominio magnético: estructuras, energía, ancho.</p> <p>6.3. Técnicas de observación de dominios magnéticos.</p>		
7	Mecanismos de magnetización		



	7.1. Partículas monodominio. Teoría de Stoner-Wohlfarth. 7.2. Movilidad de pared de dominio. Deformación reversible, desplazamiento irreversible, anclaje de pared. Rotación de espín. 7.3. Histéresis		
8	Técnicas experimentales 8.1. Magnetometría de muestra vibrante 8.2. Magnetómetro SQUID 8.3. Espectroscopía de inductancias 8.4. Métodos inductivos 8.5. Temperatura de Curie: curvas de magnetización-temperatura, DSC, TGA		
9	Materiales magnéticos 9.1. Clasificación de materiales magnéticos basados en el campo coercitivo 9.2. Materiales magnéticos suaves. Aleaciones cristalinas (preparación, composición, propiedades). Aleaciones amorfas (preparación, composición, propiedades). Ferritas (preparación, composición, propiedades). Aplicaciones. 9.3. Materiales magnéticos duros. Aleaciones cristalinas (preparación, composición, propiedades). Ferritas (preparación, composición, propiedades). Superimanes (preparación, composición, propiedades). Aplicaciones. 9.4. Materiales para grabación magnética. Películas delgadas y multicapas (preparación, composición, propiedades). Magnetoresistencia y válvulas de espín.		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Buschow K.H.J., De Boer F.R., <i>Physics of Magnetism and Magnetic Materials</i> , Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003. 2. O'Handley R.C., <i>Modern Magnetic Materials</i> , John Wiley & Sons, New York, 2000.			

3. Valenzuela R., *Magnetic Ceramics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

**Bibliografía complementaria:**

1. Betancourt I., Editor, *Magnetic materials: Current topics in amorphous wires, hard magnetic alloys, ceramics, characterization and modeling*, Research SignPost, Kerala, 2007.
2. Chikazumi S., *Physics of ferromagnetism*, Oxford: Clarendon Press, New York, 1997.
3. Cullity B.D., *Introduction to magnetic materials*, Addison-Wesley, Massachusetts, 1972.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Semiconductores**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
El alumno conocerá los fundamentos teóricos que le permitan comprender el origen de las propiedades electrónicas y ópticas de los materiales semiconductores, así como sus aplicaciones y algunas de las principales técnicas para su fabricación.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Estructura, composición y preparación de semiconductores	4	0
3	Teoría de bandas de semiconductores cristalinos	16	0
4	Niveles de energía en semiconductores extrínsecos	10	0

5	Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores cristalinos	16	0
6	Aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas de los semiconductores	14	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Características básicas y definición de un semiconductor</p> <p>1.2. Importancia práctica y científica de los semiconductores</p> <p>1.3. Tipos, aplicaciones y usos de los semiconductores</p>		
2	<p>Estructura, composición y preparación de semiconductores</p> <p>2.1 Enlaces en los semiconductores. Clasificación de los semiconductores según su estructura</p> <p>2.2. Métodos de preparación de semiconductores en forma volumétrica</p> <p>2.3. Técnicas de fabricación de materiales semiconductores en película delgada</p>		
3	<p>Teoría de bandas de semiconductores cristalinos</p> <p>3.1. Resumen de la descripción de materiales cristalinos: red cristalina y red recíproca, periodicidad y simetrías, celda unitaria en el espacio real primera zona de Brillouin</p> <p>3.2. Niveles de energía para las componentes de un cristal. Análisis intuitivo</p> <p>3.3. Ecuación de Schrodinger para un cristal</p> <p>3.4. Aproximaciones de: electrones de valencia, de iones, adiabática o de Born Oppenheimer</p> <p>3.5. Funciones de Bloch y funciones de Wannier</p> <p>3.6. Aproximación del campo efectivo o del electrón independiente Hamiltoniano de un solo electrón</p> <p>3.7. Condiciones a la frontera o Born-von Karman</p> <p>3.8. Estructura de bandas de energía en conductores, aislantes semiconductores</p> <p>3.9. Estructura electrónica de semiconductores intrínsecos. Transiciones electrónicas, bandas directas y bandas indirectas</p> <p>3.10. Aproximación de la masa efectiva. Concepto de hueco y banda parabólicas</p> <p>3.11. Densidad de estados en la banda de conducción y de valencia de un semiconductor intrínseco</p> <p>3.12. Distribución electrónica y concentración de electrones en la banda de conducción y de huecos en la banda de valencia</p> <p>3.13. Neutralidad y ley de acción de masas</p> <p>3.14. Energía de Fermi en un semiconductor intrínseco</p>		
4	<p>Niveles de energía en semiconductores extrínsecos</p> <p>4.1. Impurezas y otros defectos en semiconductores cristalinos</p> <p>4.2. Impurezas hidrogénicas o poco profundas</p>		

	<p>4.3. Niveles de energía de impurezas hidrogénicas donadoras. Semiconductor tipo-n</p> <p>4.4. Niveles de energía de impurezas hidrogénicas aceptoras. Semiconductor tipo-p</p> <p>4.5. Neutralidad, concentración de portadores de carga y nivel de Fermi e semiconductores extrínsecos tipo-n y tipo-p</p>		
5	<p>Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores cristalinos</p> <p>5.1. Transporte de portadores de carga en un semiconductor fuera de equilibrio</p> <p>5.2. Arrastre y Difusión. Relaciones de Einstein</p> <p>5.3. Movilidad de portadores de carga</p> <p>5.4. Conductividad eléctrica en un semiconductor intrínseco y su comportamiento con la temperatura</p> <p>5.5. Efectos de la impurificación en la conductividad eléctrica de un semiconductor</p> <p>5.6. Tipo de conductividad y Efecto Hall</p> <p>5.7. Procesos de generación y recombinación de portadores de carga</p> <p>5.8. Fenómeno de fotoconductividad</p> <p>5.9. Efectos termoeléctricos</p> <p>5.10. Procesos de absorción y emisión radiativa en semiconductores. Absorción y emisión de luz</p> <p>5.11. Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores policristalinos amorfos</p> <p>5.12. Fenómenos de transporte, generación y recombinación de portadores de carga en semiconductores</p>		
6	<p>Aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas de los semiconductores</p> <p>6.1. Sensores térmicos y fotodetectores</p> <p>6.2. Puntas Hall para medir campos magnéticos</p> <p>6.3. Diodos rectificadores y diodos emisores de luz. Láseres de estado sólido</p> <p>6.4. Transistores bipolares y de efecto campo</p> <p>6.5. Celdas solares</p> <p>6.6. Estructuras electroluminiscentes</p> <p>6.7. Intercambiadores de calor</p> <p>6.8. Circuitos integrados</p> <p>6.9. Otras aplicaciones</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ashcroft N.W. and Mermin N.D. Solid State Physics, Holt-Saunders International Edit., Londres, 1976.</li> <li>2. Kittel C., Introduction to Solid State Physics, 7th Edition, John Wiley and Sons, N.Y., 1996 Neamen Donald A. Semiconductors Physics and Devices, Basic Principles Irwin Inc, 1992.</li> <li>3. Cardona M. and Yu P.Y., Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties, Springer, Berlin Heidelberg, 1996.</li> <li>4. Mckelvey J.P., Física del Estado Sólido y de los Semiconductores, Limusa, México, 1980.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pankove J.I Optical Processes in semiconductors Dover Publications, Inc N.Y. 1971.</li> <li>2. Roy A. Colclaser and Sherra Diehl-Nagle, Materials and Devices for Electrical Engineers and Physicists, McGraw-Hill Book Company, 1985.</li> <li>3. Sze S.M., Semiconductor Devices Physics and Technology, John Wiley &amp; Sons, 1985.</li> <li>4. Sze S.M., Physics of Semiconductor Devices, 2nd. Edition, John Wiley &amp; Sons, 1981.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Temas Selectos de Materiales Electrónicos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre		
			Teóricas 4	Teóricas 64		
			Prácticas 0	Prácticas 0		
			Total 4	Total 64		
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales electrónicos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:  
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.



Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
Tema y subtemas				
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje		
Exposición		Exámenes parciales		
Trabajo en equipo		Examen final		
Lecturas		Trabajos y tareas		
Trabajo de investigación		Presentación de tema		
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase		
Prácticas de campo		Asistencia		
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas		
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios		
Casos de enseñanza		Listas de cotejo		
Otras (especificar)		Otras (especificar)		
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.				
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto				



## CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES METÁLICOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES  MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	
---	--	---

Programa de la actividad académica **Fundamentos de Metalurgia Física**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X ) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )	Horas				
Duración del programa	Semestral	Semana		Semestre		
		Teóricas 4		Teóricas 64		
		Prácticas 0		Prácticas 0		
		Total 4		Total 64		

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno será capaz de entender, desde un punto de vista físico y químico, de los procesos que ocurren a nivel microscópico durante la elaboración y conformado de los metales.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos básicos	8	0
2	Dislocaciones y deformación plástica	8	0
3	Fronteras de grano	6	0
4	Diagramas de fase	8	0
5	Fenómenos de difusión	4	0

6	Solidificación en metales	6	0
7	Aleaciones ferrosas	10	0
8	Aleaciones no ferrosas	10	0
9	Temas selectos	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Conceptos básicos 1.1. La estructura de los metales 1.2. Enlaces cristalinos 1.3. Defectos cristalinos		
2	Dislocaciones y deformación plástica 2.1. El generador de dislocaciones de Frank-Read 2.2. Nucleación de dislocaciones 2.3. Sistemas de deslizamiento 2.4. Relaciones entre densidad de dislocaciones y esfuerzo 2.5. Relación de Taylor		
3	Fronteras de grano 3.1. Definición 3.2. Campo de esfuerzos en una frontera de grano 3.3. Energía de una frontera de grano 3.4. Las relaciones de Ranganathan 3.5. Recristalización		
4	Diagramas de fase 4.1. Soluciones sólidas 4.2. La regla de las fases 4.3. Curvas de enfriamiento 4.4. Transformaciones eutécticos y eutectoides 4.5. Transformaciones peritéticas y peritectoides 4.6. Otras transformaciones		
5	Fenómenos de difusión 5.1. Estado estacionario (1° ley de Fick) 5.2. Estado no estacionario (2° ley de Fick)		
6	Solidificación en metales 6.1. Nucleación y fase líquida 6.2. La interface liquido sólido 6.3. Crecimiento dendrítico 6.4. Fenómenos de segregación y homogeneización		
7	Aleaciones ferrosas 7.1. Diagrama de fases Fe-C 7.2. Estudio de las microestructuras características 7.3. Las curvas TTT 7.4. Procesos de endurecimiento en el acero		
8	Aleaciones no ferrosas 8.1. Al y sus aleaciones 8.2. Cu y sus aleaciones		

	8.3. Ti y sus aleaciones 8.4. Ni y sus aleaciones		
9	Temas selectos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hosford I. F., Physical Metallurgy, Taylor and Francis Group, Washington, 2005.</li> <li>2. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., Physical Metallurgy Principles, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gaskell D.R., Introduction to Thermodynamics of Materials, Taylor and Francis, Washington, 1995.</li> <li>2. Haasen P. and Cahn R.W., Physical Metallurgy, 3rd. Edition, North Holland Physics Publishing, Amsterdam, 1983.</li> <li>3. Porter D.A. and Easterling K.E., Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.</li> <li>4. Smallman R.E., Modern Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Butterworths, London, 1985.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Fundamentos de Solidificación**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá los mecanismos de nucleación y crecimiento, los cuales definen las diferentes microestructuras y fenómenos que suceden durante la solidificación de los metales y aleaciones.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Nucleación	8	0
3	Solidificación de metales puros	8	0
4	Solidificación de aleaciones	10	0
5	Solidificación de eutécticos y peritéticos	4	0
6	Crecimiento dendrítico	10	0
7	Segregación	10	0

8	Estructura de piezas coladas	10	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción		
2	Nucleación 2.1. Aspectos termodinámicos 2.2. Nucleación homogénea 2.3. Nucleación heterogénea		
3	Solidificación de metales puros 3.1. Distribución de temperaturas 3.2. Estabilidad de la interfase pura 3.3. Crecimiento de la interfase sólido-líquido		
4	Solidificación de aleaciones 4.1. Solidificación al equilibrio 4.2. Solidificación normal 4.3. Solidificación real 4.4. Distribución de soluto 4.5. Estabilidad de la interfase líquido- sólido		
5	Solidificación de eutécticos y peritéticos		
6	Crecimiento dendrítico 6.1. Crecimiento de dendritas 6.2. Crecimiento dendrítico equiaxial 6.3. Crecimiento dendrítico columnar		
7	Segregación 7.1. Microsegregación 7.2. Macrosegregación		
8	Estructura de piezas coladas 8.1. Macroestructura 8.2. Variables que afectan la microestructura 8.3. Teorías de formación 8.4. Control de estructuras		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flemmings M.C., <i>Solidification Processing</i>, McGraw Hill, 1974.</li> <li>2. Minkoff I., <i>Solidification and Cast Estructure</i>, John Wiley &amp; Sons, 1986.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atsumi O., <i>Solidification, the Separation Theory and its Aplications</i>, Springer Verlag, 1987.</li> <li>2. Chalmers B., Editor, <i>Principles of Solidification</i>, John Wiley, &amp; Sons New York, 1964.</li> <li>3. Kurz W. and Fisber D.J., <i>Fundamentals of Solidification</i>, Trans. Tech. Publications, 1984.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA



E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Materiales Compuestos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:  
El alumno comprenderá y manejará el formalismo tensorial de la teoría de la elasticidad y lo aplicará a los “composites” formados por fibras unidireccionales, arreglos laminares y fibras cortas. Asimismo estudiará los mecanismos más característicos de falla de estos materiales, así como el control de la interface metal-cerámico que regula en gran parte su comportamiento mecánico y conocerá casos prácticos de aplicación de estos materiales.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Materiales constituyentes y propiedades	16	0
3	La región interfacial	8	0
4	Materiales compuestos continuos (fibras largas)	16	0

5	Materiales compuestos discontinuos, (fibras cortas y partículas)	10	0
6	Mecanismos de fallas en materiales compuestos	10	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. El mercado de los materiales compuestos</p> <p>1.2. Tipos y clasificación de materiales compuestos</p>		
2	<p>Materiales constituyentes y propiedades</p> <p>2.1. El concepto de transferencia de carga</p> <p>2.2. Refuerzos</p> <p>2.2.1. Descripción de las fibras comerciales</p> <p>2.2.2. Discusión comparativa de propiedades mecánicas</p> <p>2.3. Matrices</p> <p>2.3.1. Descripción de las matrices metálicas comerciales</p> <p>2.3.2. Discusión comparativa de propiedades mecánicas</p>		
3	<p>La región interfacial</p> <p>3.1. Mecanismos de enlace entre refuerzo y matriz</p> <p>3.2. Métodos experimentales de medición de la fuerza de enlace</p> <p>3.3. Propiedades mecánicas y su correlación con la calidad de la interface</p>		
4	<p>Materiales compuestos continuos (fibras largas)</p> <p>4.1. Métodos de fabricación</p> <p>4.2. Calculo de resistencia y módulo específico</p> <p>4.3. Tensor esfuerzo-deformación caso general y casos particulares de interés</p> <p>4.4. Cálculo de constantes elásticas de sistemas anisotrópicos</p> <p>4.5. Transformación de coordenadas y constantes elásticas (formalismo general)</p> <p>4.6. Cálculo de constantes ingenieriles</p> <p>4.7. Compuestos unidireccionales</p> <p>4.8. Compuestos laminares</p> <p>4.9. Aplicaciones</p>		
5	<p>Materiales compuestos discontinuos, (fibras cortas y partículas)</p> <p>5.1. Métodos de fabricación</p> <p>5.2. Distribución de esfuerzos y deformaciones dentro del material</p> <p>5.3. Modelos micromecánicos</p> <p>5.4. Aplicaciones</p>		
6	<p>Mecanismos de fallas en materiales compuestos</p> <p>6.1. Fallas en esfuerzo uniaxial</p> <p>6.2. Fallas en esfuerzo transversal</p> <p>6.3. Fallas en esfuerzo de corte</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	



Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daniels I.M. and Ishai O., Engineering Mechanical of Composites Materials, Oxford University Press, 1994.</li> <li>2. Hull D. and Clyne T.W., An Introduction to Composites Materials, Cambridge Solid State Science Series. Cambridge University Press, 2nd. Edition, 1996.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ashbee K., Fundamental Principles of Fiber Reinforced Composites, Technomic Publishing Co., 1993.</li> <li>2. Everett R.K. and Arsenault R.J., Editors, Metal Matrix Composites, Academic Press, 1991 Paipetis S.A. Editor, Engineering Applications of New Composites, Omega Scientific, 1988.</li> <li>3. Suresh S., Mortensen A. and Needleman A., Fundamentals of Metal Matrix Composites, Butterworth-Heinemann, 1993.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Procesos Cinéticos en Metalurgia Física**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica antecedente						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica antecedente						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno profundizará en tres aspectos básicos en el desarrollo de las transformaciones de fase en el estado sólido: difusión, cinética de nucleación y crecimiento e interfaces.

Asimismo analizará las ecuaciones básicas de diferentes modelos para conocer algunas formas de determinar difusividades y utilizar la raíz cuadrada de la difusividad que se usa en aleaciones ternarias o de más elementos.

Reconocerá los procesos difusionales de los subordinados al movimiento de la interfaz y en el rubro de interfaces, analizará la dependencia de la energía de superficie en la morfología y cinética de las transformaciones, asimismo conocerá algunas técnicas para determinar energías de superficie en sólidos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Difusión	24	0
2	Cinética de nucleación y crecimiento	20	0
3	Interfaces	20	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Difusión</p> <p>1.1. 1a y 2a leyes de Fick.</p> <p>1.2. Modelo atomístico y estadístico de la difusión. Movilidad atómica, potencial químico, difusión contrasentido, difusión multifase</p> <p>1.3. Difusión sustitucional. Efecto Kirkendall. Interdifusividad y difusividad intrínseca. Metodo de Matano para determinación de difusividades. Difusividad intersticial. Efecto Snoek</p> <p>1.4. Introducción al estudio de la difusividad: caso multicomponente. Raíz cuadrada de la difusividad</p> <p>1.5. Movimientos no difusionales: maclado</p>		
2	<p>Cinética de nucleación y crecimiento</p> <p>2.1. Clasificación de las transformaciones</p> <p>2.2. Nucleación. Teorías clásicas: Volmer Weber, Becker Doring. Velocidad de nucleación</p> <p>2.3. Nucleación heterogénea. Nucleación homogénea y heterogénea en sólidos</p> <p>2.4. Crecimiento difusional. Crecimiento regido por la interfaz</p> <p>2.5. Cinética total. Ecuación de Avrami y Johnson-Mehl. Diagramas TTT</p>		
3	<p>Interfaces</p> <p>3.1. Energía libre de superficie (20 horas)</p> <p>3.2. Clasificación de interfaces. Geometría de interfaces</p> <p>3.3. Medición de la energía libre de superficie en sólidos. Movimiento de borde de grano</p> <p>3.4. Fuerza motriz y movilidad de bordes</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porter D.A. and Easterling K.E., Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.</li> <li>2. Shewmon P.G., Transformations in Metals, McGraw Hill, 1969.</li> <li>3. Shewmon P.G., Diffusion in Solids, McGraw Hill, 1996.</li> <li>4. Verhoeven J.D., Principles of Physical Metallurgy, John Wiley &amp; Sons, 1974.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cahn R.N. and Haasen P., Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Elsevier, 1996.</li> <li>2. Christian J.W., The Theory of Transformations in Metals and Alloys, 2nd Edition. Pergammon Press, 1975.</li> <li>3. Doremus R.H., Rates of Phase Transformations, Academic Press, 1985.</li> <li>4. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., Physical Metallurgy Principles, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994</li> <li>5. Sinha A.K., Ferrous Physical Metallurgy, 4th Edition, Butterworths, London, 1985.</li> <li>6. Smallman R.E., Modern Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Butterworths, London, 1997.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Solidificación**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá los mecanismos de nucleación y crecimiento, el origen de las diferentes microestructuras que resultan de la solidificación rápida, y el efecto que tiene la solidificación sobre la distribución de un soluto.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Estabilidad morfológica de la interface plana	12	0
3	Inestabilidad morfológica de una interface plana	20	0
4	Crecimiento dendrítico	12	0
5	Fenomenología en la punta de la dendrita	12	0
6	Microsegregación	6	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
Tema y subtemas				
1	Introducción 1.1. Estructuras características de la solidificación			
2	Estabilidad morfológica de la interface plana 2.1. Análisis lineal de la estabilidad 2.2. La condición de igualdad 2.3. El criterio de estabilidad 2.4. Análisis no lineal de la estabilidad 2.5. Estabilidad morfológica bajo condiciones fuera de equilibrio 2.6. La transición de la interfase plana a celular o dendrítica			
3	Inestabilidad morfológica de una interface plana 3.1. Inestabilidad de la interface plana en sustancias puras 3.2. Apilamiento de soluto en la interface plana 3.3. Inestabilidad de la interface plana en aleaciones 3.4. El análisis de la perturbación 3.5. Equilibrio local de la interface plana 3.6. Efectos de capilaridad			
4	Crecimiento dendrítico 4.1. Celdas 4.2. Crecimiento dendrítico en el rango $V_{cs} < V < V_{ab}$ 4.3. Crecimiento dendrítico equiaxiado 4.4. Crecimiento de dendritas 4.5. Grupos adimensionales 4.6. Teoría del crecimiento dendrítico 4.7. Modelos de crecimiento dendrítico			
5	Fenomenología en la punta de la dendrita 5.1. Radio de la punta de la dendrita 5.2. Campo térmico en la punta de la dendrita 5.3. Campo difusional en la punta de la dendrita 5.4. Espaciamiento dendrítico primario 5.5. Espaciamiento dendrítico secundario			
6	Microsegregación 6.1. Segregación de soluto durante la solidificación 6.2. Atrapamiento de soluto en condiciones fuera de equilibrio 6.3. Mecanismos para la formación de estructuras libres de segregación			
Estrategias didácticas			Evaluación del aprendizaje	
Exposición			Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo			Examen final	X
Lecturas		X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación			Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)			Participación en clase	X
Prácticas de campo			Asistencia	
Aprendizaje por proyectos			Rúbricas	

Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aziz M. J., <i>J. Appl. Phys.</i>, <u>53</u> (1982) 115.</li> <li>2. Cahn R.W., Haasen P. and Kramer E.J., <i>Processing of Metals and Alloys</i>, Vol. 15, Materials Science and Technology, 1991.</li> <li>3. Chalmers B., Editor, <i>Principles of Solidification</i>, Wiley, New York, 1964.</li> <li>4. Fleegs M.C., <i>Solidification Processing</i>, McGraw-Hill, New York, 1974.</li> <li>5. Jones H., <i>Rapid Solidification of Metals and Alloys</i>, London, Institute of Metals, 1982.</li> <li>6. Kurz W. and Fisher D.J., <i>Fundamentals of Solidification</i>, Trans Tech Publications, 1984.</li> <li>7. Kurz W., Giovanola B. and Trivedi R., <i>Acta Metall.</i>, <u>34</u> (1986) 823.</li> <li>8. Papapetrou A., Krist Z., <i>A92</i> (1953) 89</li> <li>9. Scheil E. Z., <i>Metallk.</i>, <u>34</u> (1942) 70.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carslaw H.S. and Jaeger J.C., <i>Conduction of Heat in Solids</i>, 2nd Ed., Oxford University Press, London.</li> <li>2. Geiger G.H. and Poirier D.R., <i>Transport Phenomena in Metallurgy</i>, Addison-Wesley, 1973.</li> <li>3. Jackson K.A., <i>Solidification</i>, American Society for Metals, Trans. Tech. Publications, 1984.</li> <li>4. Szekely J. and Tuemelis N.J., <i>Rate Phenomena in Process Metallurgy</i>, Wiley-Interscience, N.Y., 1971.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Superplasticidad**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general: El alumno conocerá otros mecanismos que tiene la materia para deformarse, reconociendo que los sistemas clásicos de deformación por dislocaciones se intercambian por procesos de deformación por deslizamiento de granos, originando deformaciones en los metales semejantes a los presentados por los polímeros.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Concepto de superplasticidad y origen histórico	4	0
2	Tipos de superplasticidad	6	0
3	Mecanismos de deformación a alta temperatura y relaciones fenomenológicas para superplasticidad por granos finos	8	0



4	Cristalografía de la estructura de granos finos	12	0
5	Cerámicas superplásticas	8	0
6	Superplasticidad en compuestos intermetálicos	8	0
7	Superplasticidad a alta rapidez de deformación	4	0
8	Ductilidad y fractura de materiales superplásticos	6	0
9	Conformado superplástico y soldadura por difusión	4	0
10	Ejemplos comerciales de productos superplásticos	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Concepto de superplasticidad y origen histórico		
2	Tipos de superplasticidad 2.1. Superplasticidad por granos finos 2.2. Superplasticidad por transformación de fase		
3	Mecanismos de deformación a alta temperatura y relaciones fenomenológicas para superplasticidad por granos finos 3.1. Mecanismos de fluencia lenta 3.2. Mecanismos por deslizamiento de granos		
4	Cristalografía de la estructura de granos finos 4.1. Aleaciones basadas en aluminio 4.2. Aleaciones basadas en magnesio 4.3. Aceros superplásticos 4.4. Aleaciones basadas en titanio 4.5. Aleaciones basadas en níquel 4.6. Aleaciones basadas en cinc		
5	Cerámicas superplásticas 5.1. Cerámicas basadas en óxido de circonio tetragonal 5.2. Cerámicas basadas en alúmina 5.3. Superplasticidad en materiales geológicos		
6	Superplasticidad en compuestos intermetálicos 6.1. Intermetálicos del níquel 6.2. Intermetálicos con titanio 6.3. Intermetálicos con hierro		
7	Superplasticidad a alta rapidez de deformación		
8	Ductilidad y fractura de materiales superplásticos 8.1. Comportamiento de los superplásticos en tensión 8.2. Cavitación		
9	Conformado superplástico y soldadura por difusión		
10	Ejemplos comerciales de productos superplásticos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		X	Trabajos y tareas
Trabajo de investigación			Presentación de tema

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Actividades			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chokshi A.H., Superplasticity in Advanced Materials, ICSAM-97, Trans. Tech. Publications, Switzerland, 1997.</li> <li>2. Mayo M.J., Kobayashi M., and Wadsworth J., Superplasticity in Metals, Ceramics and Intermetallics. MRS V. 196, 1990.</li> <li>3. Padmanabhan K.A., The Physics of the Superplasticity, Springer Verlag, Berlin, 1985.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nieh T.G., Wadsworth J., and Sherby O., Superplasticity in Metal and Ceramics, Cambridge, Solid State Science Series, 1996.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Temas Selectos de Materiales Metálicos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	64 Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales metálicos, asociado a su proyecto de investigación.



Objetivos específicos:  
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
Tema y subtemas				
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje		
Exposición		Exámenes parciales		
Trabajo en equipo		Examen final		
Lecturas		Trabajos y tareas		
Trabajo de investigación		Presentación de tema		
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase		
Prácticas de campo		Asistencia		
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas		
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios		
Casos de enseñanza		Listas de cotejo		
Otras (especificar)		Otras (especificar)		
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.				
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.				

## CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
Programa de la actividad académica		<b>Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos</b>	
Clave	Semestre 2	Créditos 8	
Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	T (X) P ( ) T/P ( )	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )	64 Horas	
Duración del programa	Semestral	Semana	
		Semestre	
		Teóricas 4	
		Teóricas 64	
		Prácticas 0	
		Prácticas 0	
		Total 4	
		Total 64	
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Objetivo general:			
El alumno conocerá los aspectos de reciclaje de los polímeros, materiales a base de los polímeros y materiales compuestos.			
El alumno deberá contar con conocimientos de química inorgánica y orgánica, ingeniería química, química física, química y procesamiento de polímeros.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Polímeros alrededor de nosotros	10	0

3	Estrategias generales de reciclaje de los polímeros	6	0
4	Preparación de los polímeros para reciclaje	12	0
5	Esquemas de reciclaje de los principales polímeros producidos en grande escala	16	0
6	Polímeros producidos en pequeña escala	2	0
7	Reciclaje de las materias primas	6	0
8	Descomposición, incineración y oxidación supercrítica de los polímeros	2	0
9	Terraplén	2	0
10	Aplicación de los polímeros reciclados	2	0
11	Eficacia ecológica de las tecnologías modernas y dirección general de reciclaje de residuos poliméricos	2	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Sociedad humana en siglo post-industrial: progreso y problemas.</p> <p>1.2. Reporte de estado de los residuos urbanos e industriales.</p> <p>1.3. Materiales poliméricos como parte dominante de los residuos.</p>		
2	<p>Polímeros alrededor de nosotros</p> <p>2.1. ¿Qué es un polímero?</p> <p>2.2. Principios básicos de la síntesis polimérica.</p> <p>2.3. Estructura química y topología de los polímeros.</p> <p>2.4. Morfología de los polímeros.</p> <p>2.5. Clases principales de los polímeros.</p> <p>2.6. Polímeros producidos en la industria.</p> <p>2.7. Procesamiento de los polímeros y sus aplicaciones.</p>		
3	<p>Estrategias generales de reciclaje de los polímeros</p> <p>3.1. Reciclaje mecánico y de materias primas.</p> <p>3.2. Recuperación de los productos en el área de la petroquímica y la energética.</p> <p>3.3. Incineración.</p> <p>3.4. Decomposición.</p> <p>3.5. Terraplén.</p>		
4	<p>Preparación de los polímeros para reciclaje</p> <p>4.1. Colección de los polímeros.</p> <p>4.2. Clasificación y separación de los polímeros.</p> <p>4.3. Métodos instrumentales del análisis de las mezclas poliméricas.</p> <p>4.4. Reducción del tamaño de los polímeros.</p>		
5	<p>Esquemas de reciclaje de los principales polímeros producidos en grande escala</p> <p>5.1. Poliolfinas (polietileno, polipropileno, copolímeros de baja y alta densidad)</p> <p>5.2. Cloruro de polivinilo y sus copolímeros,</p> <p>5.3. Poliestereno y sus copolímeros,</p> <p>5.4. Tereftalatos de polietileno- y polibutileno,</p>		

	5.5. Termoplásticos, 5.6. Nylons, 5.7. Acrílicos, 5.8. Poliuretanos, 5.9. Composites poliméricos y plásticos termoendurecidos, 5.10. Hules, elastómeros, llantas, 5.11. Polímeros biodegradables.		
6	Polímeros producidos en pequeña escala Polímeros con grupos fluoro, amino, siliconas, epóxidos, polisulfuros		
7	Reciclaje de las materias primas 7.1. Pirólisis, 7.2. Hidrogenación, 7.3. Gasificación.		
8	Descomposición, incineración y oxidación supercrítica de los polímeros		
9	Terraplén		
10	Aplicación de los polímeros reciclados		
11	Eficacia ecológica de las tecnologías modernas y dirección general de reciclaje de residuos poliméricos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. G. Akovali, C. Bernanrdo, J. Leidner, L. A. Utracki, M. Xanthos, Eds. <i>Frontiers in Science and Technology of Polymer Recycling</i> . NATO ASI Series, Series E: Appl Sciences. V. 351. Kluwer Academic Publishers, 1998.			
2. H .G Elias. <i>An introduction to plastics</i> . VCH Publishers, New York, 1993.			
3. John Scheirs. <i>Polymer Recycling</i> . Wiley Seies in Polymer Science, Wiley & Sons, New York, 1998.			
4. K. D. Sadhan, A. Isayev, K. Khait, Eds. <i>Rubber Recycling</i> . CRC Press, 2005.K. J. Saunde <i>Organic polymer chemistry</i> , Chapman & Hall, Second edition, New York, 1988.			

Bibliografía complementaria:

1. Ehrig, R. J. Ed. *Plastic Recycling*. Hanser Publishers, Munich, 1992.
2. Feldman, D. and A. Barbalata, Eds., *Synthetic polymers*, Chapman & Hall, New Yo 1996.
3. Kahovec, J. Ed. *Recycling of Polymers. Macromolecular Symposia*, v.135, 1998.
4. Muccio, E. *Plastic processing technology*. ASM International, 1994.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Física de Polímeros**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno adquirirá conocimientos sobre la física de los polímeros, orientado al entendimiento de la relación estructura-propiedad. Asimismo, conocerá las interrelaciones entre la estructura física y química de las moléculas, así como el comportamiento de los materiales poliméricos en sus diferentes estados condensados.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Estructura de los polímeros	8	0
2	Comportamiento de los polímeros	6	0
3	El estado cristalino	7	0
4	El estado vítreo	7	0
5	El estado elastomérico	9	0

6	Estado cristal-líquido	5	0
7	Teoría del comportamiento viscoelástico	9	0
8	Teoría estadística de cadenas poliméricas	8	0
9	Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos	5	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Estructura de los polímeros 1.1. Polimerización 1.2. Conformación de cadenas poliméricas 1.3. Estados configuracionales de polímeros 1.4. Distribución de pesos moleculares.		
2	Comportamiento de los polímeros 2.1. Sistemas poliméricos y diferentes estados condensados 2.2. Estructura y propiedades 2.3. Las cinco regiones del comportamiento viscoelástico 2.4. Movilidad molecular y relajación		
3	El estado cristalino 3.1. Estructura y morfología de polímeros cristalinos 3.2. Mecanismos de cristalización 3.3. En bulto (masa) y por deformación 3.4. Deformación de polímeros cristalinos 3.5. Cinética de cristalización. Teoría de Avrami 3.6. Propiedades y estructuras química y física		
4	El estado vítreo 4.1. Estructura de polímero vítreos 4.2. Conformación y dinámica molecular 4.3. La temperatura de transición vítrea 4.4. Propiedades y estructura química		
5	El estado elastomérico 5.1. Entrecruzamiento químico y físico, modelos 5.2. Procesos de relajación 5.3. Elasticidad de hules 5.4. Principio de superposición tiempo-temperatura 5.5. Curvas maestras y factor de corrimiento logarítmico. 5.6. Modelos de volumen libre 5.7. Efecto de las estructuras química y física		
6	Estado cristal-líquido 6.1. Estructura de mesofases 6.2. Termodinámica y diagramas de fases 6.3. Formación de cristales líquidos 6.4. Efectos de las estructuras química y física		
7	Teoría del comportamiento viscoelástico 7.1. Principio de superposición de Boltzmann 7.2. Módulos de relajación y de compliansa 7.3. Modelos viscoelásticos		

	7.4. Modelos viscoelásticos de Maxwell, Voigt y Zener. 7.5. Módulos complejos y comportamiento periódico 7.6. Espectros de relajación y de retardación		
8	Teoría estadística de cadenas poliméricas 8.1. Descripción Gaussiana de un conjunto de macromoléculas 8.2. Ecuación de estado de una cadena polimérica 8.3. Contribuciones energéticas en la elasticidad de hules 8.4. Factores que afectan la elasticidad de los hules 8.5. Grado de entrecruzamiento, hinchamiento, cargas y cristalización		
9	Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos 9.1. Modelo de Rouse 9.2. Modelo de Zimm 9.3. Modelo de reptación		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
Estructura de los polímeros			
1. Gedde. U.W., <i>Polymer Physics</i> , Chapman Hall, London, 1994.			
2. Kumar, A., Gupta R. K., <i>Fundamentals of Polymer Engineering</i> , Ed. Marcel Dekker, 2003.			
3. Odian, G., <i>Principles of polymerization</i> , Wiley & Sons, 2004.			
Comportamiento de los polímeros.			
4. Munk P., <i>Introduction of Macromolecular Science</i> , Wiley-Interscience, N.Y., 1989.			
5. Sperling L.H., <i>Introduction to Physical Polymer Science</i> , 2nd. Edition, Wiley-Interscience, N.Y., 1992.			
El estado cristalino.			
6. Billmeyer F.W., Jr., <i>Textbook of Polymer Science</i> , 3rd. Ed., Wiley, N.Y., 1984.			
7. Sedlacek B., Editor, <i>Morphology of Polymers</i> , de Gruyter, Berlín, 1986.			
8. Woodward A.E., <i>Atlas of Polymer Morphology</i> , Hanser, Pub., N.Y., 1989.			

El estado vítreo.

9. Ferry J.D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3rd. Ed., Wiley, N.Y., 1981.
10. Perepechko I.I., *An Introduction to Polymer Physics*, Mir, Moscow, 1981.

El estado elastomérico.

11. Rosen H., *Fundamental Principles of Polymeric Materials*, 2nd. Ed., SPE, Wiley Interscience, N.Y., 1993.
12. Tager A., *Physical Chemistry of Polymers*, 2nd. Ed., Mir, Moscow, 1978.

Estado cristal-líquido.

13. Sperling L.H., *Introduction to Physical Polymer Science*, 2nd. Edition, Wiley Interscience, N.Y., 1992.

Teoría del comportamiento viscoelástico.

14. Ferry J.D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3th. Ed., Wiley, N.Y., 1981.
15. Billmeyer F.W. Jr., *Textbook of Polymer Science*, 3th. Ed. Wiley, N.Y., 1984.

Teoría estadística de cadenas poliméricas.

16. Aklonis J.J., and Macknight W.J., *Introduction to Polymer Viscoelasticity*, 2nd. Ed. Wiley, N.Y., 1983.
17. Mark J.E. and Erman B., *Rubberlike Elasticity, a Molecular Primer*, Wiley Interscience Pub., N.Y., 1988.
18. Ward I.M., *Mechanical Properties of Solid Polymers*, 2nd. Ed., Wiley, London, 1982.

Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos.

19. Boyd R.H., and Phillips P.J., *The Science of Polymer Molecules*, Cambridge University Press, Camb., UK, 1993.
20. Doi M., and Edwards S., *The Theory of Polymer Dynamics*, Oxford Univ. Press, Oxford U.K., 1986.

Bibliografía complementaria:

1. Brandrup J. and Immergut E.H., Editors, *Polymer Handbook*, Wiley, N.Y., 1986.
2. Bird R.B., Curtis F., Armstrong R.C., and Hassager O., *Dynamics of Polymeric Liquids, Kinetic Theory*, Wiley, N.Y., 1987.
3. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Wiley, N.Y., 1985.
4. Mark J.E., Eisenberg A., Graessley W.W. and Mandelkern L., *Physical Properties of Polymers*, 2nd. Ed., ACS Professional Ref. Book, Washington D.C., 1993.
5. Young R.J. and Lovell P.A., *Introduction to Polymers*, Chapman and Hall, 1991.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



## MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

### Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno estudiará las propiedades fisicoquímicas de los polímeros y su correlación con su estructura molecular y morfológica por medio de diferentes metodologías de caracterización de los materiales. Asimismo desarrollará habilidades para la selección de técnicas para medir las propiedades fisicoquímicas de los polímeros y la relacionen con la estructura de los polímeros.

### Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Macromoléculas en solución	8	0
2	Gelación y vulcanización	8	0
3	Peso molecular y su distribución	12	0
4	Determinación de la microestructura de los polímeros	10	0
5	Propiedades térmicas	10	0
6	Propiedades eléctricas	8	0
7	Propiedades ópticas	8	0

	Total	64	0
	Suma total de horas	64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Macromoléculas en solución</p> <p>1.1. Propiedades termodinámicas de soluciones poliméricas. Teorías de soluciones poliméricas</p> <p>1.2. Conformación de los polímeros en solución y en estado sólido. Concepto de volumen excluido</p> <p>1.3. Parámetros de solubilidad y equilibrio de fases</p>		
2	<p>Gelación y vulcanización</p> <p>2.1. Teoría de Flory-Stockmayer</p> <p>2.2. Teoría de percolación</p> <p>2.3. Teoría dinámica de formación del gel.</p>		
3	<p>Peso molecular y su distribución</p> <p>3.1. Sistemas polidispersos. Funciones de distribución. Momentos de la distribución</p> <p>3.2. Masa molecular relativa y momentos estadísticos (<math>M_n</math>, <math>M_w</math>, <math>M_z</math>, <math>M_v</math>)</p> <p>3.3. Métodos experimentales para su determinación:</p> <p>3.3.1. Métodos químicos</p> <p>3.3.2. Osmometría: vapor, membrana</p> <p>3.3.3. Ultracentrifugación. Sedimentación</p> <p>3.3.4. Cromatografía de permeación en gel</p> <p>3.3.5. Dispersión de luz</p> <p>3.3.6. Viscosimetría</p>		
4	<p>Determinación de la microestructura de los polímeros</p> <p>4.1. Análisis experimental</p> <p>4.2. Técnicas de separación y purificación</p> <p>4.3. Cromatografías</p> <p>4.4. Espectroscopías infrarrojo y ultravioleta</p> <p>4.5. Resonancia magnética nuclear</p> <p>4.6. Rayos X</p> <p>4.7. Microscopía electrónica</p>		
5	<p>Propiedades térmicas</p> <p>5.1. Estado cristalino y amorfo. Factores que afectan la cristalinidad</p> <p>5.2. Mecanismos y cinética de cristalización</p> <p>5.3. Efectos de la variación de la temperatura. Fusión, descomposición</p> <p>5.4. Transmisiones térmicas. Temperatura de transición vítrea</p> <p>5.5. Análisis térmico diferencial (DSC y TGA)</p>		
6	<p>Propiedades eléctricas</p> <p>6.1. Polarizabilidad</p> <p>6.2. Propiedades dieléctricas</p> <p>6.3. Conductividad iónica</p> <p>6.4. Conductividad electrónica</p> <p>6.5. Comportamiento del material en un campo eléctrico alternante</p>		
7	<p>Propiedades ópticas</p> <p>7.1. Birrefringencia</p>		

7.2. Propiedades ópticas no lineales			
7.3. Fotoluminiscencia			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<b>1. Introduction to Physical Polymer Science 4th Edition</b>			
Author(s): <a href="#">L. H. Sperling</a>			
4th Edition			
Publisher: <i>Wiley-Interscience</i> ; 4 edition (December 7, 2005)			
ISBN-13: 978-0471706069 / ISBN-10: 047170606X			
<b>Principles of Polymers-An Advanced Book</b>			
Editor: Dibyendu S. Bag			
1st Edition, January 2013			
DOI: 10.13140/2.1.4193.4402			
Publisher: Nova Science Publishers, Inc., New York,			
ISBN: 978-1-62081-408-6			
<b>2.Fundamentals of Polymer Science for Engineers</b>			
Author(s): <a href="#">Stoyko Fakirov</a>			
First published: 25 July 2017			
Print ISBN: 9783527341313  Online ISBN:9783527802180			
DOI:10.1002/9783527802180			
Copyright © 2017 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.			
<b>3.Analytical Methods for Polymer Characterization</b>			
Author(s): Rui Yang			
January 10, 2018 by CRC Press			
ISBN 9781482233544 - CAT# K22956			
<b>4.Handbook of Polymer Solution Thermodynamics</b>			

Authors: Ronald P. Danner, Martin S. High

**Wiley, 2010**

ISBN: 978-0-470-93823-2

**5.Principles of Polymer Systems, Sixth Edition**

Ferdinand Rodriguez, Claude Cohen, Christopher K. Ober, Lynden Archer

December 9, 2014 by CRC Press

ISBN 9781482223781 - CAT# K22345

**6.Thermodynamics of polymer solutions: phase equilibria and critical phenomena**

Author(s): Kenji Kamide.

Imprint: Amsterdam; New York: Elsevier, 1990.

Series: [Polymer Science Library](#) 9

Bibliografía complementaria:

1. Kurata M., Thermodynamics of Polymers Solutions, Hardwood, Ac. Pub., Blythe R., Electrical Properties of Polymer, Cambridge Univ. Press, 1979.
2. Rodríguez F., Principles of Polymer Systems, McGraw-Hill, 2002.
3. Sperling L.H., Introduction to Physical Polymer Science, 2nd. Edition, Wiley-Interscience, N.Y., 2004.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Procesamiento de Materiales Poliméricos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno conocerá la metodología que permite el establecimiento de las ecuaciones que relacionan cuantitativamente las variables operativas de los principales sistemas de procesamiento de polímeros; esta capacitación deberá permitirle al estudiante proponer recomendaciones operativas científicamente fundamentadas, aplicables a sistemas industriales actualmente en operación.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	Extrusión	12	0
3	Inyección	14	0
4	Soplado	5	0

5	Compresión	3	0
6	Moldeo por Transferencia	3	0
7	Termoformado	3	0
8	Calandrado	3	0
9	Moldeo Rotacional	4	0
10	Fibras	5	0
11	Recubrimientos	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Generalidades al respecto de las técnicas de procesamiento de los materiales poliméricos.</p> <p>1.2. Propiedades reológicas de los fundidos poliméricos.</p> <p>1.3. Flujo de fundidos poliméricos a través de líneas de conducción con geometrías simples.</p> <p>    1.3.1. Flujo bajo presión.</p> <p>    1.3.2. Flujo de arrastre.</p> <p>1.4. Selección de una metodología de procesamiento adecuada al material y al producto final deseado.</p>		
2	<p>Extrusión</p> <p>2.1. Introducción a la tecnología de la extrusión.</p> <p>2.2. Extrusores de husillo simple.</p> <p>2.3. Extrusores de doble husillo.</p> <p>    2.3.1. Extrusores corrotatorios.</p> <p>    2.3.2. Extrusores contrarrotatorios.</p> <p>2.4. Coextrusión (láminas y películas multicapas)</p> <p>2.5. Generalidades para la operación de extrusores.</p> <p>2.6. Características del material e inestabilidades en extrusión.</p> <p>2.7. Tópicos selectos en extrusión.</p>		
3	<p>Inyección</p> <p>3.1. Introducción a la tecnología de la inyección.</p> <p>3.2. Moldes y ductos en sistemas de inyección.</p> <p>    3.2.1. Diseño geométrico de los sistemas de llenado.</p> <p>    3.2.2. Sistemas de enfriamiento.</p> <p>    3.2.3. Generalidades al respecto del diseño mecánico y construcción.</p> <p>3.3. Moldeo por inyección de termoplásticos.</p> <p>3.4. Moldeo por inyección de termofijos.</p> <p>3.5. Corrección de fallas durante el moldeo.</p> <p>3.6. Introducción al moldeo por inyección reactiva.</p> <p>    3.6.1. Moldeo por inyección reactiva de poliuretanos.</p> <p>    3.6.2. Moldeo por inyección reactiva en sistemas que no incluyen uretanos.</p> <p>3.7. Tópicos selectos en inyección.</p>		
4	<p>Soplado</p> <p>4.1. Introducción a la tecnología del moldeo por soplado.</p> <p>4.2. Moldeo por inyección-soplado.</p>		

	<p>4.3. Moldeo por extrusión-soplado.  4.4. Introducción a la tecnología del soplado de películas tubulares.  4.5. Soplado de películas tubulares.  4.6. Aplicaciones del moldeo por soplado.</p>
5	<p>Compresión  5.1. Introducción a la tecnología del moldeo por compresión.  5.2. Moldeo por compresión.  5.3. Desarrollos actuales en moldeo por compresión.  Compresión</p>
6	<p>Moldeo por Transferencia  6.1. Introducción a la tecnología del moldeo por transferencia.  6.2. Moldeo por transferencia de termoplásticos.  6.3. Moldeo por transferencia de termifijos.  6.4. Aplicaciones el moldeo por transferencia.</p>
7	<p>Termoformado  7.1. Introducción a la tecnología del termoformado.  7.2. Esfuerzos y orientación en el material.  7.3. Aplicaciones del termoformado.</p>
8	<p>Calandrado  8.1. Introducción a la tecnología del calandrado.  8.2. El modelo Newtoniano del calandrado.  8.3. El modelo de la ley de la potencia en calandrado.  8.4. Esfuerzos normales y viscoelasticidad en el calandrado.  8.5. Aplicaciones en el calandrado.</p>
9	<p>Moldeo Rotacional  9.1. Introducción a la tecnología del moleo rotacional.  9.2. Moldeo en hueco con PVC.  9.3. Polímeros en polvo.  9.4. Comparación entre el moldeo rotacional y moldeo por inyección.  9.5. Aplicaciones el moleo rotacional.  9.6. Tópicos selectos en moldeo rotacional.</p>
10	<p>Fibras  10.1. Introducción a la tecnología de la producción de fibras.  10.2. Estiramiento del fundido newtoniano isotérmico para la formación de fibras.  10.3. Estiramiento de fundido isotérmico que cumple la ley de la potencia para la formación de fibras.  10.4. Estiramiento de fundido viscoelástico para la formación de fibras.  10.5. Formación de fibras compuestas in situ.  10.5.1. Introducción a la formación de fibras compuestas in situ.  10.5.2. Revisión de los fenómenos que ocurren durante la formación de las fi compuestas in situ.  10.5.3. Formación de fibras compuestas a partir de mezclas extruídas.  10.5.4. Estiramiento uniaxial de mezclas poliméricas</p>
11	<p>Recubrimientos  11.1. Recubrimientos con rodillos.  11.2. Recubrimiento con cuchillas.  11.3. Recubrimientos libres.</p>

11.4. Tópicos selectos en tecnología de recubrimientos plásticos			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chabot J.F. Jr., <i>The development of plastics processing machinery and methods</i>, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1992.</li> <li>2. Cogswell F.N., <i>Polymer melt reology. A guide for industrial practice</i>, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1981.</li> <li>3. Dealy J.M., <i>Rheometers for molten. Plastics practical guide and property measurement</i>, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1982.</li> <li>4. Fohes M.J. y Hope P.S., <i>Polymer blends and alloys</i>, Blackie Academic &amp; Professional Chapman Hall, London, 1993.</li> <li>5. Kresta J.E., <i>Reaction injection molding</i>, Washington D. C., ACS Symp, 270, 1985</li> <li>6. Morton-Jones D.H., <i>Procesamiento de plásticos. Inyección de moldeo, hule, PVC</i>, Limusa, México, 1993.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Martinelli F.G., <i>Twin-Screw Extruders a basic understanding</i>, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1983.</li> <li>2. McCrom, N.G., Buckley C.P., Bucknall C.B. et al., <i>Principles of polymer engineering</i>, Oxford University Press, New York, 1988.</li> <li>3. Menges-Mohren, <i>Moldes para inyección de plásticos</i>, Calypso S. A., México, 1983.</li> <li>4. Middleman, S., <i>Fundamentals of Polymer Processing</i>, Mc Graw-Hill Co., New York, 1977.</li> <li>5. Ramos-de Valle, <i>Principios básicos de extrusión de plásticos</i>, Limusa, México, 1993.</li> <li>6. Rubin I.I., <i>Injection molding. Theory and practice</i>, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1972.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Síntesis de Polímeros**

Clave	Semestre 2	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre			
		Teóricas 4	Teóricas 64			
		Prácticas 0	Prácticas 0			
		Total 4	Total 64			
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno obtendrá conocimientos sobre la química relacionada con la síntesis de polímeros a nivel de laboratorio.

El alumno deberá contar con conocimientos de los mecanismos de química orgánica y de cinética de reacción.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	Polimerización por pasos	28	0
3	Polimerización por adición/en cadena	22	0

4	Polimerización iónica	4	0
5	Copolimerización	2	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Estructura macromolecular; Tipos de polímeros; Propiedades típicas</p> <p>1.2. Propiedades mecánicas; Estado viscoelástico</p> <p>1.3 Pesos moleculares, polidispersidad; sus métodos de determinación</p>		
2	<p>2. Polimerización por pasos (28 hor</p> <p>2.1. Principios; Consideración teórica</p> <p>2.2. Polímeros lineales, ramificados e intercrossados</p> <p>2.3. Distribución de pesos moleculares</p> <p>2.4. Punto de gelación; Aproximaciones de Carothers y Flory</p> <p>2.5. Polímeros intercrossados; Tecnología de intercrossamiento</p> <p>2.5.1. Poliésteres</p> <p>2.5.2. Resinas fenólicas</p> <p>2.5.3. Resinas epoxidas</p> <p>2.5.4. Plásticos Amino</p> <p>2.6. Ciclización vs polimerización lineal; Cinética</p> <p>2.7. Poliésteres y policarbonatos; Mecanismos &amp; Procesos Industriales</p> <p>2.8. Poliamidas alifáticas; Mecanismo &amp; Proceso Industrial</p> <p>2.9. Poliuretanos</p> <p>2.10 Polímeros de alto rendimiento</p>		
3	<p>3. Polimerización por adición/en cadena.</p> <p>3.1. Polimerización por radicales libres</p> <p>3.1.1. Relación de estructura – reactividad; Etapas elementales</p> <p>3.1.2. Iniciación; Tipos de Iniciadores</p> <p>3.1.3. Transferencia de Cadena; Inhibición y retardación</p> <p>3.1.4. Cinética; Autoaceleración</p> <p>3.1.5. Métodos de polimerización; Condiciones generales</p> <p>3.1.6. Polimerización en emulsión &amp; suspensión</p> <p>3.1.7. Principales polímeros comerciales</p> <p>3.1.8. Polimerización “viviente”</p> <p>3.2. Polimerización iónica</p> <p>3.2.1. Polimerización iónica vs radicalica; Polimerización “viviente”</p> <p>3.2.2. Polimerización catiónica</p> <p>3.2.3. Polimerización aniónica.</p> <p>3.2.4. Copolímeros en bloque</p> <p>3.3. Copolimerización</p> <p>3.3.1. Estereoquímica de polimerización</p> <p>3.3.2. Tipos de estereoisomerismo; Polímeros estereorregulares</p> <p>3.3.3. Polimerización de alquenos en catalizadores de Ziegler-Natta</p> <p>3.3.4. Polimerización de alquenos en metalícenos</p>		
4	<p>Polimerización iónica</p> <p>4.1. Tipos de monómeros; Características generales</p>		

	4.2. Polimerización iónica; Mecanismo		
	4.3. Otros tipos de polimerización de monómeros cíclicos		
5	Copolimerización		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Mijis W.J., Editor, New methods for Polymer Synthesis, Plenum Press, New York and London, 1992.			
2. Odian G., Principles of Polymerization, 3rd. Edition, Weiley Interscience, N.Y., 1991 (se recomienda como libro de texto).			
Bibliografía complementaria:			
1. Ravve A., Principles of Polymer Chemistry, Plenum Press, New York and London, 1995.			
2. Sandler S.R. and Kano W., Polymer Synthesis, Vol. 1, 2nd. Edition, Academic Press, San Diego, 1992.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Temas Selectos de Materiales Poliméricos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de conocimiento de Materiales Poliméricos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:  
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
Total		64	0



Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
Trabajo en equipo		Examen final
Lecturas		Trabajos y tareas
Trabajo de investigación		Presentación de tema
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase
Prácticas de campo		Asistencia
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios
Casos de enseñanza		Listas de cotejo
Otras (especificar)		Otras (especificar)
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Perfil profesiográfico		
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Otra característica		
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.		
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		

COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</p> <p>PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</p>		
<p>MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</p>			
Programa de la actividad académica		<b>Algoritmos y Métodos Computacionales</b>	
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa		Semestral	
		Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica antecedente			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica antecedente			
Actividad académica subsecuente			
<p>Objetivo general:</p> <p>El alumno:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Obtendrá conocimientos de algoritmos y técnicas de programación avanzadas, útiles para el estudio de sistemas complejos, así como técnicas numéricas, computacionales y de programación. Utilizando un lenguaje de programación científico de alto nivel, poniendo énfasis en las técnicas de procesamiento, supercómputo y algoritmos computacionales de alto rendimiento.</li> <li>2) Aplicará el uso de metodologías modernas de programación a la solución de problemas científicos complejos, con herramientas adecuadas a computadoras de multiprocesadores.</li> </ol>			

3) Deberá mostrar su competencia en la solución de un problema de actualidad en las ciencias computacionales aplicadas a ciencia de materiales.

El alumno deberá contar con conocimientos de Fundamentos de Matemáticas para Materiales.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción al Unix	16	0
2	Lenguajes (FORTRAN 90 ó C)	16	0
3	Métodos Numéricos	32	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Introducción al Unix 1.1. Breve historia 1.2. Estructura del Unix 1.2.1. Sistema operativo 1.2.2. Sistema de archivos 1.2.3. Directorios, archivos e inodos 1.3. Inicio de sesión 1.3.1. Sumas 1.3.2. Tipo de terminal 1.3.3. Passwords 1.3.4. Fin de sesión 1.4. Estructura de la línea de comandos 1.4.1. Teclas de control 1.4.2. Control de la terminal-stty 1.4.3. Obteniendo Ayuda 1.5. Comandos de navegación y control 1.5.1. pwd, cd, medir, rmdir, ls 1.6. Comandos de mantenimiento de archivos 1.6.1. cp, mv, rm, ln, cat 1.6.2. Permisos de archivos 1.6.3. chmod, chown, chgrp 1.7. Comandos de despliegue 1.7.1. Echo 1.7.2. more, less, pg 1.7.3. head, tail 1.8. Comandos de control del sistema e impresión 1.8.1. df, du, ps, kill, who, whereis, which, time 1.8.2. hostname, uname 1.8.3. script 1.8.4. date 1.8.5. lp, lpr, lpstat, lpq, cancel, lprm, pr 1.8.6. tar, uuencode, uudecode, dd		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.9. Shells <ul style="list-style-type: none"> <li>1.9.1. Variables de Entorno</li> <li>1.9.2. Bourne shell</li> <li>1.9.3. C shell</li> <li>1.9.4. Control de procesos</li> <li>1.9.5. Redirección de salida/entrada</li> </ul> </li> <li>1.10. Procesamiento de texto <ul style="list-style-type: none"> <li>1.10.1. grep, sed, awk, vi, ex</li> </ul> </li> <li>1.11. Trabajando con archivos <ul style="list-style-type: none"> <li>1.11.1. cmp, dic, cut, paste, touch, wc, sort, tee, strings, tr, file, find</li> </ul> </li> <li>1.12. Trabajo en red <ul style="list-style-type: none"> <li>1.12.1. telnet, ssh, ftp, sftp, rsh, rcp</li> </ul> </li> <li>1.13. Programando en Unix <ul style="list-style-type: none"> <li>1.13.1. Valores de parámetros, quoting, variables, substitución parámetros, entrada, comandos de control</li> <li>1.13.2. Funciones</li> </ul> </li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Lenguajes (FORTRAN 90 ó C) <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Estructura de un programa <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. C shell</li> <li>2.1.2. Estructura</li> <li>2.1.3. Representación de números y caracteres</li> <li>2.1.4. Variables y constantes</li> <li>2.1.5. Caracteres especiales</li> <li>2.1.6. Compilación y enlace</li> </ul> </li> <li>2.2. Aritmética <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Operadores aritméticos</li> <li>2.2.2. Operadores lógicos</li> <li>2.2.3. Operadores relacionales</li> <li>2.2.4. Truncado y redondeo</li> </ul> </li> <li>2.3. Declaraciones que modifican el flujo <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. DO, while, if then else elseif, case, goto</li> </ul> </li> <li>2.4. Funciones y subrutinas</li> <li>2.5. Entrada y salida</li> <li>2.6. Arreglos y apuntadores</li> </ul> </li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Métodos Numéricos <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Polinomios de Taylor <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. El error en los polinomios de Taylor</li> <li>3.1.2. Evaluación polinomio</li> </ul> </li> <li>3.2. Representación de números en una computadora <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. El sistema binario</li> <li>3.2.2. Números de punto flotante</li> </ul> </li> <li>3.3. Error <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Magnetismo</li> <li>3.3.2. Definición, fuentes y ejemplos</li> <li>3.3.3. Propagación de errores</li> <li>3.3.4. Sumas</li> </ul> </li> <li>3.4. Búsqueda de raíces</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.4.1. Método de bisección</li> <li>3.4.2. Método de Newton</li> <li>3.4.3. Método de secantes</li> <li>3.4.4. Iteración de punto fijo</li> <li>3.4.5. Problemas de búsqueda de raíces mal comportadas</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5. Interpolación <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. Interpolación polinomio</li> <li>3.5.2. Diferencias divididas</li> <li>3.5.3. Error en la interpolación polinomio</li> <li>3.5.4. Interpolación por medio de funciones Spline</li> </ul> </li> <li>3.6. Aproximación de funciones <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1. El problema mejor aproximado</li> <li>3.6.2. Polinomios de Chebyshev</li> <li>3.6.3. Método de aproximación cercano-mínimax</li> </ul> </li> <li>3.7. Integración y diferenciación numérica <ul style="list-style-type: none"> <li>3.7.1. Reglas del trapecoide y Simpson</li> <li>3.7.2. Fórmulas de error</li> <li>3.7.3. Integración Gaussiana numérica</li> <li>3.7.4. Diferenciación numérica</li> </ul> </li> <li>3.8. Solución de sistemas de ecuaciones lineales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.8.1. Sistemas de ecuaciones lineales</li> <li>3.8.2. Eliminación Gaussiana</li> <li>3.8.3. Aritmética de matrices</li> <li>3.8.4. Factorización LU</li> <li>3.8.5. Error al resolver sistemas lineales</li> <li>3.8.6. Ajuste de mínimos cuadrados</li> <li>3.8.7. Problemas de eigenvalores</li> <li>3.8.8. Métodos iterativos</li> <li>3.8.9. Sistemas no lineales</li> </ul> </li> <li>3.9. Solución numérica de ecuaciones diferenciales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.9.1. Sumas</li> <li>3.9.2. Teoría de ecuaciones diferenciales</li> <li>3.9.3. Método de Euler</li> <li>3.9.4. Análisis de convergencia del método de Euler</li> <li>3.9.5. Métodos Taylor y Runge-Kutta</li> <li>3.9.6. Métodos "multistep" o multi-pasos</li> <li>3.9.7. Estabilidad de los métodos numéricos</li> <li>3.9.8. Sistemas de ecuaciones diferenciales</li> </ul> </li> </ul>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	

Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrahams P. W., Larson B. R., <i>Unix for the Impatient</i>, Addison-Wesley, 1992.</li> <li>2. Atkinson K. E., <i>Elementary Numerical Analysis</i>, John Wiley and Sons, Inc, 1992.</li> <li>3. Dongarra J. J., Duff D. C., Sorensen D. C. and van der Vost H. A., <i>Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers</i>, Siam, Philadelphia, PA, 1988.</li> <li>4. Fiamingo F. G., DeBula L., Condrón L., <i>Introduction to Unix</i>, University Technology Services, The Ohio State University.</li> <li>5. Flowers B. H., <i>An Introduction to Numerical Methods in C++</i>, Oxford University Press, Oxford, UK, 2000.</li> <li>6. Griffiths D. V. and Smith I. M., <i>Numerical Methods for Engineers, 2nd. Ed.</i> Chapman &amp; Hall/RC, Boca Raton, FL, 2006.</li> <li>7. Kernighan B.W., Pike R., <i>The Unix Programming Environment</i>, Prentice Hall, 1984.</li> <li>8. Kernighan B. &amp; Ritchie D., <i>The C Programming Language</i>, Prentice Hall / PTR.</li> <li>9. Press W. H., Teukolsky S. A., Vetterling W. T., Flannery B. P., <i>Numerical Recipes in Fortran or C</i>, Cambridge U. Press, 1992.</li> <li>10. Ralston A. and Rabinowitz P. A., <i>First Course in Numerical Analysis</i>, Mc Graw-Hill College, 2001.</li> <li>11. Rice J. R., <i>Numerical Methods, Software and Analysis</i>, Academic Press, Inc, 1993.</li> <li>12. Severance C. and Dowd K., <i>High Performace Computing</i>, 2nd. Ed, O'Reilly, Beffing, UK, 1998.</li> <li>13. Skiba Y. N., <i>Introducción a los Métodos Numéricos</i>, UNAM 2001.</li> <li>14. Smith I.M., <i>Programing in FORTRAN 90</i>, John Wiley &amp; Sons, 1995.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>EISPACK, Fortran Subroutines for Computing the Eigenvalues end Eigenvectors</i> 1973. <a href="http://www.netlib.org/eispack">www.netlib.org/eispack</a> Koonin S. E., Meredith D. C., <i>Computational Physics</i>, Addison Wesley Publishing Co, 1990.</li> <li>2. <i>LINPACK, Fortran 77 Routines for solving common Problems in Numerical Linear Algebra</i>, 1979. <a href="http://www.cisl.ucar.edu/softlib/LINPACK.html">www.cisl.ucar.edu/softlib/LINPACK.html</a>.</li> <li>3. <i>LAPACK, Lybrary of Fortran 77 Routines for Solving Common Problems in Numerical Linear Algebra</i>, 1990. <a href="http://www.cisl.ucar.edu/softlib/LAPACK,html">www.cisl.ucar.edu/softlib/LAPACK,html</a></li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Matemáticas Aplicadas a Materiales II**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá algunas herramientas matemáticas avanzadas para el estudio de materiales complejos. Se enfoca en la aplicación de metodologías analíticas y aproximadas, útiles en el estudio de sistemas no-lineales. Asimismo el análisis teórico-práctico de variables complejas y del álgebra lineal para la solución de problemas afines a la ciencia e ingeniería de materiales.

El alumno deberá contar con conocimientos básicos de Matemáticas Aplicadas a Materiales.

Índice temático		
	Tema	Horas semestre
		Teóricas   Prácticas

1	Ecuaciones Diferenciales No-Lineales [Referencia 1, capítulo 1 y Referencia 2, capítulo 18]	12	0
2	Cálculo de Variaciones [Referencia 3, capítulo 10 y Referencia 2, capítulo 17]	16	0
3	Cálculo Avanzado de Variable Compleja [Referencia 3, capítulos 11 a 16]	12	0
4	Algebra Lineal Numérica [Referencia 4, capítulos 1 a 4]	24	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Ecuaciones Diferenciales No-Lineales [Referencia 1, capítulo 1 y Referencia 2, capítulo 18] 1.1. Sistemas dinámicos 1.2. Mapas de Poincaré o Bifurcaciones en sistemas dinámicos		
2	Cálculo de Variaciones [Referencia 3, capítulo 10 y Referencia 2, capítulo 17] 2.1. Mapas de Poincaré 2.2. Sistemas de ecuaciones de Euler y Lagrange 2.3. Valores extremos de integrales		
3	Cálculo Avanzado de Variable Compleja [Referencia 3, capítulos 11 a 16] 3.1. Funciones de variable compleja 3.2. Integrales en el campo complejo 3.3. Series complejas 3.4. Mapeos conformes		
4	Algebra Lineal Numérica [Referencia 4, capítulos 1 a 4] 4.1. Fundamentos de álgebra lineal 4.1.1. Ideas básicas de álgebra lineal 4.1.2. Multiplicación de matrices 4.1.3. Estructuras matriciales especiales. Matrices de bloque y matrices poco densas 4.1.4. Paquetes de software simbólico 4.1.5. Computación vectorial 4.2. Sensibilidad de sistemas de ecuaciones 4.2.1. Normas de matrices 4.2.2. Precisión en cómputo matricial 4.2.3. Ortogonalidad y descomposición singular (SVD) 4.2.4. Sensibilidad de sistemas de ecuaciones 4.3. Sistemas de ecuaciones lineales 4.3.1. Sistemas triangulares y eliminación Gaussiana; Factorización LU 4.3.2. Técnicas de pivoteo y análisis de precisión 4.3.3. Sistemas positivos definidos		



4.3.4. Factorización de Cholesky 4.3.5. Sistemas en bandas o en bloques; eliminación Gaussiana para matrices poco densas 4.4. Mínimos cuadrados y ortogonalización 4.4.1. Descomposición QR vía transformaciones de Householder, Gram Schmidt modificado y Givens 4.4.2. El problema de mínimos cuadrados 4.4.3. Ecuaciones normales y el problema de mínimos cuadrados de rango completo 4.5. Problemas de valores propios 4.5.1. Propiedades y descomposiciones unitarias 4.5.2. Aproximación y teoría de perturbaciones 4.5.3. Método de iteración de potencias 4.5.4. Algoritmo QR 4.5.5. Cociente de Rayleigh para sistemas simétricos			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Arfken G. and Weber H., <i>Mathematical Methods for Physicists</i> , 5th. Ed., Harcourt/Academic Press, SD, 2001. 2. Greenberg M.D., <i>Foundations of Applied Mathematics</i> , Prentice-Hall, N.J., 1987. 3. Watkins D.S., <i>Fundamentals of Matrix Computations</i> , John Wiley & Sons, N.Y., 1991. 4. Wiggins S., <i>Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos</i> , Springer-Verlag, NY, 1990.			
Bibliografía complementaria:			
1. Heinrici P., <i>Applied and Computational Complex Analysis: Power Series, Integration, Contour Mapping</i> , John Wiley & Sons, New York, 1988. 2. Jones Gareth A. and Singerman D., <i>Complex Functions. An algebraic and Geometric Viewpoint</i> , Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, 1987. 3. Wolfram S., <i>The Mathematica Book</i> , 3th. Ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, 1996.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Modelado Numérico I**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá los conceptos de mecánica de medios continuo, los fundamentos de las técnicas numéricas y soluciones de sistemas en estados estacionarios.

El alumno deberá contar con los conocimientos equivalentes a los cursos Métodos de Matemáticas Aplicadas I y II y el curso básico de Mecánica de Medios Continuo, así como el manejo de un lenguaje avanzado de programación equivalente al curso Algoritmos y Métodos Computacionales.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Ecuaciones de sistemas macroscópicos	10	0

2	Métodos numéricos	26	0
3	Sistemas en estados estacionarios	28	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Ecuaciones de sistemas macroscópicos 1.1. El concepto del continuo 1.2. Deformaciones y esfuerzos 1.3. Ecuaciones de balance 1.4. Ecuaciones constitutivas de fluidos y sólidos		
2	Métodos numéricos 2.1. Ecuaciones diferenciales parciales 2.2. Condiciones iniciales y de frontera 2.3. Aproximación de funciones por polinomios 2.4. Aproximación polinomial en varias dimensiones 2.5. Soluciones por diferencias finitas 2.6. Estimación de errores por diferencias finitas 2.7. Consistencia y estabilidad de las diferencias finitas 2.8. Método de residuos ponderados 2.9. Método de elementos finitos de Galerkin 2.10. Método de elementos finitos de Galerkin para 2 dimensiones 2.11. Cotas en el error en elementos finitos 2.12. Método de colocación 2.13. Cotas de error en el método de colocación 2.14. Método de integración de fronteras		
3	Sistemas en estados estacionarios 3.1. La ecuación de Laplace 3.2. Problemas de frontera bien definidos 3.3. Propiedades generales del operador de Laplace 3.4. Principios variacionales 3.5. Principios maximales 3.6. Invariancia bajo translaciones 3.7. Teoremas para representaciones integrales 3.8. Aproximaciones por diferencias finitas 3.9. Condiciones de frontera mediante diferencias finitas 3.10. Forma matricial de las ecuaciones por diferencias finitas 3.11. Métodos directos de solución 3.12. Métodos iterativos 3.13. Métodos de convergencia y temas afines 3.14. Métodos por elementos finitos 3.15. Métodos por integración de fronteras		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iserles A., <i>Numerical Analysis of Differential Equations</i>, Cambridge U. Press, Cambridge UK, 2009.</li> <li>2. LeVeque R.J., <i>Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Equations</i>, Siam, Philadelphia, PA, 2007.</li> <li>3. Morton K.W. and Mayers D.F., <i>Numerical Solution of Partial Differential Equations</i>, Cambridge U. Press, Cambridge UK, 2008.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quarteroni A., Vali A., <i>Numerical Approximation of Partial Differential Equations</i>, Springer-Verlag. Berlin, 2008.</li> <li>2. Thomas J.W., <i>Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods</i>, Springer-Verlag, NY, 1995.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Modelado Numérico II**

Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.			
	2	8				
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	Horas			
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá las ideas, conceptos y técnicas necesarias para la simulación y modelado de procesos macroscópicos en sistemas complejos a nivel avanzado, como el necesario para el trabajo teórico-numérico en Ciencias e Ingeniería de Materiales.

El alumno deberá contar con los conocimientos previos de modelado Numérico I.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Sistemas disipativos	20	0
2	Sistemas no disipativos	24	0
3	Ecuaciones de orden superior, no-lineales o sistemas acoplados	20	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
Tema y subtemas				
1	Sistemas disipativos 1.1. Introducción 1.2. La ecuación de calor 1.3. Métodos por diferencias finitas 1.4. Métodos por elementos finitos			
2	Sistemas no disipativos 2.1. Problemas bien definidos 2.2. Propiedades generales de ecuaciones no-lineales 2.3. Métodos de diferencias finitas para problemas lineales 2.4. Métodos de diferencias finitas para sistemas no-lineales 2.5. Elementos finitos para ecuaciones hiperbólicas			
3	Ecuaciones de orden superior, no-lineales o sistemas acoplados 3.1. Ecuación bi-armónica 3.2. Problemas no-lineales 3.3. Simulación de deformaciones de sólidos 3.4. Modelado de reservorios petroleros			
Estrategias didácticas			Evaluación del aprendizaje	
Exposición			Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo			Examen final	X
Lecturas		X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación			Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)			Participación en clase	X
Prácticas de campo			Asistencia	
Aprendizaje por proyectos			Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas			Portafolios	
Casos de enseñanza			Listas de cotejo	
Otras (especificar)			Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica:				
1. Chorin A. J. and Marsden J. E., <i>A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics</i> , Springer-Verlag, NY, 1993. 2. Dafermos C. M., <i>Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics</i> , Springer-Verlag, Berlin, 2005.				

3. Hesthaven J. S. and Warburton T., *Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis and Applications*, Springer Science+Business Media LLC., NY, 2008.
4. Grossman C., Ross H. and Stynes M., *Numerical Treatment of Partial Differential Equations*, Springer, Berlin, 2005.
5. Karniadakis G. E. and Sherwin S., *Spectral/hp Element Methods for Computational Fluid Dynamics*, Oxford University Press, Oxford, UK, 2005.
6. Kulikovskii A. G., Pogorelov N.V. and Semenov A. Y., *Mathematical Aspects of Numerical Solutions of Hyperbolic Systems*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, 2001.
7. Leveque R. J., *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, Cambridge UK., 2002.
8. Thomas J. W., *Numerical Partial Differential Equations: Conservative Laws and Elliptic Equations*, Springer-Verlag, N. Y., 1995.
9. Wriggers P., *Nonlinear Finite Element Methods*, Springer-Verlag, Berlin, 2008

Bibliografia complementaria:

1. Aliabadi M. H. and Rooke D. P., *Numerical Fracture Mechanics*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 2008.
2. Brebbia C. A. and Mammoli A. A., Eds. *Computational Methods and Experiments in Material Characterisation*, Wit Press, New Forest, UK, 2009.
3. *MODFLOW and Related Programs*, U. S. Geological Survey, Denver, CO, <<http://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/modflow.html>>
4. Chung T. J., *Computational Fluid Dynamics*, Cambridge U. Press, Cambridge UK., 2004
5. Crisfield M. A., *Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures: Volume 2*, John Wiley & Sons, Inc., Baffins Lane, UK, 2001.
6. Ji J., *The Finite Element Method in Electromagnetics*, John Wiley & Sons, Inc., NY, 2002.
7. Landau L. D. and Lifshitz E. M., *Theory of Elasticity*, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Oxford, UK, 1986.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Teoría de Grupos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre
				Teóricas 4		Teóricas 64
				Prácticas 0		Prácticas 0
				Total 4		Total 64

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno aprenderá el uso de la teoría de grupos en la Ciencia e Ingeniería de Materiales, comenzando con una presentación de las bases matemáticas de la teoría de grupos y después avanzando a su uso en diversas áreas de esta disciplina.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Simetría molecular y grupos de simetría	9	0
3	Representaciones de los grupos de simetría	9	0
4	La Mecánica Cuántica y la teoría de grupos	7	0
5	Combinaciones lineales	7	0



6	Teoría de Orbitales Moleculares	7	0
7	Ligand Field Theory	7	0
8	Simetría en cristalografía	8	0
9	Teoría de bandas usando teoría de grupos	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Propiedades de los grupos 1.2. Subgrupos y clases		
2	Simetría molecular y grupos de simetría 2.1. Elementos y operaciones de simetría 2.2. Planos y reflexiones 2.3. Centros de inversión 2.4. Ejes y rotaciones propias e impropias 2.5. Productos de operaciones de simetría 2.6. Relaciones generales entre los elementos y las operaciones de simetría 2.7. Isomerismo óptico 2.8. Grupos puntuales 2.9. Clases de las operaciones de simetría 2.10. Procedimiento sistemático para la clasificación de la simetría de una molécula		
3	Representaciones de los grupos de simetría 3.1. Representaciones de los grupos 3.2. Gran teorema de la ortogonalidad 3.3. Tablas de caracteres 3.4. Representaciones de grupos cíclicos		
4	La Mecánica Cuántica y la teoría de grupos 4.1. Funciones de onda como bases de las representaciones irreducibles 4.2. Producto directo y su uso 4.3. Propiedades de los elementos de matriz y probabilidades de transiciones espectrales		
5	Combinaciones lineales 5.1. Operadores de proyección completos 5.2. Operadores de proyección incompletos 5.3. Construcción de combinaciones lineales de orbitales adaptadas a la simetría en una, dos y tres dimensiones y en sistemas cíclicos		
6	Teoría de Orbitales Moleculares		
7	Ligand Field Theory		
8	Simetría en cristalografía		
9	Teoría de bandas usando teoría de grupos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Altman S.L., Band Theory of Solids: An Introduction from the Point of View of Symmetry, Clarendon Press, Oxford, 1991.</li> <li>2. Cotton A., Chemical Applications of Group Theory, John Wiley, 1990.</li> <li>3. Prince E., Mathematical Techniques in Crystallography and Materials Science, Springer-Verlag, 1994.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cornwell J.F., Group Theory in Physics, Vol. I, Academic Press, 1989.</li> <li>2. Cornwell J.F., Group Theory and Electronic Energy Bands in Solids, Amsterdam: North Holland, 1969.</li> <li>3. Hamermesh M., Group Theory and its Application to Physical Problems, New-York: Academic Press, 1963-1975.</li> <li>4. Nowick A.S., Crystal Properties via Group Theory, Cambridge University Press, 1995.</li> <li>5. Nussbaum A., Teoría de Grupos Aplicada para Químicos, Físicos e Ingenieros, Editorial Reverté, S.A., México, 1975.</li> <li>6. Sternberg S., Group Theory and Physics, Cambridge University Press, 1994.</li> </ol>			

