

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

PROGRAMAS DE ESTUDIO
QUINTO SEMESTRE

Asignatura TRANSPORTE DE ENERGÍA	Ciclo FUNDAMENTAL DE LA PROFESIÓN	Área INGENIERÍA METALÚRGICA	Departamento INGENIERÍA METALÚRGICA
---	--	--	--

HORAS/SEMANA				
OBLIGATORIA	CLAVE 1533	TEORÍA 3 h	PRÁCTICA 3 h	CRÉDITOS 9

Tipo de asignatura:	TEÓRICO-PRÁCTICA
Modalidad de la asignatura:	CURSO

ASIGNATURA PRECEDENTE: Seriación obligatoria con Introducción a la Ingeniería de Procesos Metalúrgicos y de Materiales.

ASIGNATURA SUBSECUENTE: Seriación obligatoria con Análisis Numérico de Fenómenos de Transporte. Seriación indicativa con Transporte de Masa.

OBJETIVO(S):

Conocer y aplicar las leyes fundamentales que describen y explican el transporte de energía para realizar cálculos relacionados con el transporte de energía en los procesos metalúrgicos y de materiales.

Identificar los mecanismos controlantes del transporte de energía en procesos metalúrgicos y de materiales.

Entender, comprender, explicar, calcular, y evaluar los efectos de las variables, de los procesos metalúrgicos y/o de materiales, sobre el transporte de energía involucrado.

Resolver las ecuaciones que describen el transporte de energía en procesos metalúrgicos y de materiales.

UNIDADES TEMÁTICAS

NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD	UNIDAD
6T—6P 12 h.	1. INTRODUCCIÓN AL TRANSPORTE DE ENERGÍA EN LOS PROCESOS METALÚRGICOS Y DE MATERIALES 1.1. Comportamiento térmico de procesos metalúrgicos y de materiales 1.2. Conceptos fundamentales de transporte de energía en procesos metalúrgicos y de materiales 1.3. Objetivos de cálculo 1.4. Postulados de los fenómenos de transporte. Analogías entre transporte de momentum y transporte de energía 1.5. Balances macroscópicos de energía térmica 1.6. Metodología general de solución de problemas de transporte de energía 1.7. Mecanismos participantes y controlantes de transporte de energía en los procesos de obtención de metales y manufactura de piezas
6T—6P 12 h.	2. TRANSPORTE DE ENERGÍA POR CONDUCCIÓN EN ESTADO ESTABLE 2.1. Introducción 2.2. Ley de Fourier 2.3. Ecuación general de conducción 2.4. Aislamiento térmico de hornos

	<p>2.5. Calentamiento en hornos de resistencia eléctrica</p> <p>2.6. Elementos combustibles en reactores nucleares</p>
<p>18T—18P 36 h.</p>	<p>3. TRANSPORTE DE ENERGÍA POR CONDUCCIÓN EN ESTADO INESTABLE</p> <p>3.1. Introducción</p> <p>3.2. Transporte de energía en estado inestable sin gradientes térmicos. Criterio del número de Biot</p> <p>3.3. Ensayos de poder de enfriamiento de medios de temple</p> <p>3.4. Ensayos dilatométricos</p> <p>3.5. Transporte de energía en estado inestable con gradientes térmicos. Medios finitos. Medios semi-infinitos</p> <p>3.6. Temple de barras de aleaciones de aluminio</p> <p>3.7. Austempering en baños de sales fundidas</p> <p>3.8. Recocido continuo</p> <p>3.9. Ensayo Jominy</p> <p>3.10. Tratamiento superficial por laser y a la flama</p> <p>3.11. Precalentamiento de preformas de materiales plásticos</p>
<p>9T—9P 18 h.</p>	<p>4. TRANSPORTE DE ENERGÍA EN PRESENCIA DE CONVECCIÓN</p> <p>4.1. Introducción</p> <p>4.2. Ecuación general de energía</p> <p>4.3. Coeficiente de transferencia de calor</p> <p>4.4. Enfriamiento de gases de reacción</p> <p>4.5. Enfriamiento de aceros templables al aire</p> <p>4.6. Precalentamiento de aluminio fundido</p> <p>4.7. Temple en hornos al vacío</p> <p>4.8. Moldes enfriados por recirculación de agua</p> <p>4.9. Intercambiadores de calor</p>
<p>9T—9P 18 h.</p>	<p>5. TRANSPORTE DE ENERGÍA POR RADIACIÓN</p> <p>5.1. Introducción</p> <p>5.2. Radiación sin medios participantes. Radiación con medios participantes</p> <p>5.3. Austenización</p> <p>5.4. Recalentamiento previo a la laminación</p> <p>5.5. Enfriamiento entre molinos de laminación</p> <p>5.6. Comportamiento térmico durante la forja</p>

SUMA: 48T - 48P

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Geiger, D. R. and Poirier, G. H., *Transport Phenomena in Materials Processing*, Warrendale, Pa., The Minerals, Metals and Materials Society, 1994.
2. Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera and David P. DeWitt, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 7th edition, Ed. Wiley, 2011.
3. Gaskell, D. R., *An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering*, New York, Mc Graw-Hill, 1992.
4. Otero de la Gándara, J. L., *Fenómenos de Transporte en Metalurgia Extractiva*, Madrid, Edit. Alhambra, S.A., 1989.
5. Mikhailov, M. D. and Ozisik, M. N., *Unified Analysis and Solutions of Heat and Mass Diffusion*, New York, Dover Publications, 1994.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Lienhard, J. H., *A Heat Transfer Textbook*, 3a. ed., <http://web.mit.edu/lienhard/www/ahtt.html> (sitio construido en de 2003 se actualiza constantemente).
2. Szekely, J. and Themelis, N.J., *Rate Phenomena in Process Metallurgy*, 1a. edición, Wiley Interscience, 1972.
3. Hernández Morales, B. et al., *Colección de Problemas de Transporte de Energía*, Facultad de Química, UNAM, 2003.
4. Carslaw, H. S. and Jaeger, J. C., *Unified Analysis and Solutions of Heat and Mass Diffusion*,

Oxford, England, Clarendon Press, 1990.

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

Esta asignatura es parte de una serie de cursos, de naturaleza y metodología cuantitativa, que le proporcionarán al estudiante una formación fundamental en la Ingeniería Metalúrgica y de Materiales. Este curso se desarrollará primordialmente mediante la aplicación cuantitativa de los conocimientos de transporte de energía para la solución de problemas clásicos de los procesos metalúrgicos y de materiales. Por lo tanto, la mayoría de los problemas involucrarán la resolución de las ecuaciones resultantes de balances microscópicos de energía térmica para la cuantificación del proceso metalúrgico o de materiales en cuestión. Mediante esta metodología se buscará la integración del conocimiento de los fenómenos que ocurren en los procesos metalúrgicos y de materiales con la cuantificación de los mismos. Para facilitar el aprendizaje se propone hacer evidente a los estudiantes la necesidad de cuantificar el transporte de energía en los procesos metalúrgicos y/o de materiales mediante el desarrollo de experiencias de cátedra al inicio de cada unidad.

FORMA DE EVALUAR

La evaluación se realizará en forma convencional mediante la contabilización de la participación en clase, exámenes, ejercicios, proyectos, trabajos y tareas. Se recomienda la realización de un examen por cada unidad. Los exámenes parciales y finales de las materias de la serie de asignaturas de Ingeniería Metalúrgica se elaborarán colegiadamente por los profesores.

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA

Es imprescindible que sea un profesor de carrera cuya licenciatura es Ingeniería Metalúrgica con un posgrado en Ingeniería Metalúrgica y/o de Materiales y una amplia experiencia en la modelación matemática de los procesos metalúrgicos y/o de materiales. Esta necesidad surge porque los cursos de "Transporte de Masa", "Solidificación", "Análisis Numérico en Fenómenos de Transporte", "Ingeniería de Procesos Metalúrgicos", "Tratamientos Térmicos", "Fundición", "Pirometalurgia" dependen fuertemente del conocimiento aportado por el curso de Transporte de Energía. Además, los profesores que imparten las materias de la serie de Ingeniería Metalúrgica rotarán, como se hace actualmente, dentro de esta serie de cursos y por lo tanto se redoblará la necesidad del dominio profundo de la metalurgia y los materiales.