

PROGRAMA DE CURSO

CÓDIGO	NOMBRE DEL CURSO		
MI31A	Fenómenos de Transporte en Metalurgia Extractiva		
NÚMERO DE UNIDADES DOCENTES	HORAS DE CÁTEDRA	HORAS DE DOCENCIA AUXILIAR	HORAS DE TRABAJO PERSONAL
10	3	2	5
REQUISITOS	REQUISITOS DE CONTENIDOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER DEL CURSO	
QI21A, MA26A MA26B, FI21B, FI22A	Reacciones químicas Ecuaciones diferenciales parciales. Integrales. Vectores y Tensores cartesianos	Obligatorio para Licenciatura en Minería y Metalurgia Extractiva	
PROPÓSITO DEL CURSO			
Entregar al alumno una visión integrada de los principios y conceptos fundamentales de los fenómenos de transferencia de cantidad de movimiento, materia y energía. Se pretende mostrar de una forma aplicada la importancia de ésta disciplina en las diversas áreas de la metalurgia extractiva.			
OBJETIVO GENERAL			
Al final del curso el alumno será capaz de: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y cuantificar los fenómenos de transporte de cantidad de movimiento, calor y materia en sistemas metalúrgicos • Calcular propiedades físicas de transporte • Resolver analíticamente problemas básicos de fenómenos de transporte. • Utilizar herramientas computacionales en la resolución de problemas metalúrgicos que involucren fenómenos de transporte 			

UNIDADES TEMÁTICAS

NÚMERO	NOMBRE DE LA UNIDAD	OBJETIVOS
1	Introducción	Introducción general al tema, su importancia y ocurrencia en procesos metalúrgicos.
DURACIÓN 1 semana (2 clases)		Comprender postulados fundamentales y herramientas matemáticas a utilizar.
CONTENIDOS		BIBLIOGRAFÍA
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción • Sistemas de unidades. • Postulado del medio continuo. • Cinemática. • Teorema de transporte. 		Bird: cap 1 Utigard: cap 1 a 3.

NÚMERO	NOMBRE DE LA UNIDAD	OBJETIVOS
2	Transferencia de Cantidad de Movimiento	<ul style="list-style-type: none"> Entender los fundamentos de transferencia de cantidad movimiento para flujo laminar y turbulento. Caracterizar fluidos según sus propiedades. Resolver problemas relacionados
DURACIÓN		
3.5 semanas (7 clases)		
CONTENIDOS		BIBLIOGRAFÍA
<ul style="list-style-type: none"> Ley de Newton de la Viscosidad, definición y unidades Factores en los que depende la viscosidad Predicción teórica de la viscosidad Mediciones experimentales de viscosidad para fluidos de importancia metalúrgica. Problemas simples de fluidodinámica. Ecuación de continuidad. Ecuación de Navier-Stokes. Flujo Turbulento. Transporte de momentum entre dos fases: factor de fricción, correlaciones adimensionales. Flujo en medios porosos. Balances macroscópicos 		Bird: cap 1 a 7 Szeckely: cap 1 a 5 Geiger: cap 1 a 5 Dullien: cap 1 a 3. Utigard: cap 4.

NÚMERO	NOMBRE DE LA UNIDAD	OBJETIVOS
3	Transferencia de calor	<ul style="list-style-type: none"> Entender los fundamentos de transferencia de calor estacionaria y no estacionaria en medios estáticos y en movimiento. Entender y estimar propiedades y coeficientes de transferencia. Resolver problemas relacionados
DURACIÓN		
3.5 semanas (7 clases)		
CONTENIDOS		BIBLIOGRAFÍA
<ul style="list-style-type: none"> Definición de Conductividad Térmica Factores en los que depende la Conductividad Predicción teórica de la conductividad térmica. Mediciones experimentales de conductividad para sólidos o fluidos de importancia metalúrgica. Ley de Fourier de transferencia de calor Formulación de problemas simples de conductividad térmica. Transferencia de calor estacionaria Transferencia de calor no estacionaria Transferencia de calor por convección natural y forzada. Transferencia de calor entre interfases: el concepto del coeficiente de transferencia de calor Estimación del coeficiente de transferencia de calor Transferencia de calor por radiación Transferencia de calor con cambio de fase. Balances macroscópicos 		Bird: cap 8 a 15 Szeckely: cap 6 a 10 Geiger: cap 6 a 12 Utigard: cap 5-9.

NÚMERO	NOMBRE DE LA UNIDAD	OBJETIVOS
4	Transferencia de Masa	<ul style="list-style-type: none"> Entender los fundamentos de transferencia de masa estacionaria y no estacionaria en medios estáticos y en movimiento. Entender y estimar propiedades y coeficientes de transferencia. Resolver problemas relacionados
DURACIÓN		
3.5 semanas (7 Clases)		
CONTENIDOS		BIBLIOGRAFÍA
<ul style="list-style-type: none"> Concepto de difusión y definición de difusividad Factores en los que depende la difusividad Predicción teórica de la difusividad. Mediciones experimentales de conductividad para sólidos o fluidos de importancia metalúrgica. Ley de Fick de difusión Formulación de problemas simples de difusividad. Transferencia de masa estacionaria sin y con reacción química Transferencia de masa por convección natural y forzada. Transferencia de masa entre interfases: coeficiente de transferencia de masa. Estimaciones de coeficiente de transferencia de masa. Difusión en medios porosos, difusividad efectiva Balances macroscópicos. 		Bird: cap 16 a 22. Szeckely: cap 11 a 12. Geiger: cap 13 a 16. Geankoplis: cap 1 a 7. Utigard: cap 10-12.

NÚMERO	NOMBRE DE LA UNIDAD	OBJETIVOS
5	Análisis de Problemas de Fenómenos de Transporte en Metalurgia Extractiva y Minería	<ul style="list-style-type: none"> Resolver en forma analítica o numérica problemas importantes en metalurgia extractiva y minería en los que se encuentran acoplados los distintos fenómenos de transporte.
DURACIÓN		
3.5 semanas (7 Clases)		
CONTENIDOS		BIBLIOGRAFÍA
<ul style="list-style-type: none"> Solidificación de ánodos Moldeo continuo de cobre o acero Transporte de pulpa a través de cañerías, rellenos de caserones. Sistemas de Ventilación Modelación de Burbujas en fluidos metalúrgicos Pérdidas de Calor desde reactores metalúrgicos Solución de problemas de convección natural y estimación de coeficientes de transferencia de calor y masa. Magnetohidrodinámica en limpieza de escoria Flujo en medios porosos: impregnación en una pila de lixiviación. Flujo reactivo 		<p>Szeckely: cap 10, 13, 17 a 20 Zimmerman: cap 8, 9.</p>

BIBLIOGRAFÍA		EVALUACIÓN
<p>Bird: "Transport Phenomena", R. B. Bird, W. E. Stewart and E. N. Lightfoot, 2nd Ed., Wiley, New York, 2001</p> <p>Szeckely: "Rate Phenomena in Process Metallurgy", J. Szeckely and N. J. Themelis, Wiley, New York, 1971.</p> <p>Geiger: "Transport Phenomena in Metallurgy", G. H. Geiger and D. R. Poirier, Minerals Metals and Materials Society, 1994.</p> <p>Dullien: "Porous Media: Fluid Transport and Pore Structure", F. A. L. Dullien, Academic Press, 1992.</p> <p>Geankoplis: "Mass Transport Phenomena", C. J. Geankoplis, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1972.</p> <p>Zimmerman: "Multiphysics Modelling with Finite Element Methods", W. Zimmerman, World Scientific Publishing Company, Singapore, 2006.</p> <p>Utigard: "An introduction to Fluid Flow, Heat and Mass Transfer", T. Utigard, University of Toronto, 2000.</p>		<p>La evaluación será a través de pruebas escritas, actividades complementarias como tareas o ejercicios y un examen escrito final.</p>
FECHA DE VIGENCIA	ELABORADO POR	REVISADO POR
2007 Semestre otoño (07/01)	Tanai Marín Jesús Casas Luis Cifuentes	Gabriel Riveros