



Subsistema de **Universidades  
Politécnicas**

# Manual de Asignatura

XXX-XX  
REV00

FORMULARIO (Registro)

Nombre:	
Código:	
Apellido(s):	
Correo:	
DNI o cédula:	

INSTITUCIÓN

--	--

Referencia: en tiempo y forma, desde el momento en que se genera, y de acuerdo al curso de estudio en desarrollo.

Tipo de formación que brinda:	
Tipo de formación impartida:	
Módulo:	

PROGRAMA DE ESTUDIOS											
INGENIERIA Y TECNOLOGIA DE PROCESOS											
DESCRIPCIÓN DEL CURSO											
DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CURRICULARES											
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE											
DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS											
DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN											

**NOMBRE DEL PROGRAMA  
EDUCATIVO**

**INGENIERIA Y TECNOLOGIA  
DE PROCESOS**



## **DIRECTORIO**

**Mtro. Aurelio Nuño Mayer**  
**Secretario de Educación Pública**

**Mtro. Efrén Rojas Dávila**  
**Subsecretario de Educación Superior**

**Ing. Héctor Arreola Soria**  
**Coordinador de Universidades Politécnicas y TecnológicasMtro.**



## **PÁGINA LEGAL**

### **Participantes**

Dr. Héctor Cruz Mejía - Universidad Politécnica del Valle de México

Dr. Carlos Alberto Camacho Olgúin - Universidad Politécnica del Valle de México

Dr. José David Villegas Cárdenas - Universidad Politécnica del Valle de México

.

Primera Edición: 2010



DR © 2010 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.

ISBN-----



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	6
PROGRAMA DE ESTUDIOS .....	9
FICHA TÉCNICA.....	9
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO.....	¡Error! Marcador no definido.
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
GLOSARIO.....	12
BIBLIOGRAFÍA .....	16



## INTRODUCCIÓN

El uso de equipo de proceso destinado a adecuar la materia prima para producir un nanoproducto constituye una de las habilidades más esenciales para un ingeniero en nanotecnología. La correcta operación de estos equipos requiere sin embargo un conocimiento profundo de la transferencia de masa, calor y momentum para comprender lo que en estos equipos ocurre.

Esta velocidad depende de un parámetro denominado coeficiente de transferencia, que a la vez depende de las dimensiones del equipo, caudal de flujo, propiedades del fluido, etc. Tradicionalmente estos coeficientes se obtienen luego de mediciones lentas y costosas a nivel de laboratorio o planta piloto y correlacionados a través de ecuaciones empíricas adimensionales.

Estas ecuaciones empíricas proveen resultados sobre un determinado rango; no están basadas en teorías y no pueden usarse confiablemente fuera del rango en el cual se realizó la experimentación.

La ventaja del desarrollo de este tipo de metodología es que permite ahorrar gran cantidad de recursos económicos empleados en el desarrollo de plantas piloto

El método usado en los fenómenos de transferencia es una forma menos costosa y generalmente más confiable de obtener estos coeficientes que consiste en predecirlos a partir de ecuaciones basadas en las leyes de la naturaleza, confirmando esta predicción a través de investigación ayudada por la computación.

Desde el punto de vista del ingeniero es indiferente como hayan sido obtenidos los coeficientes. Adicionalmente existen casos en los cuales el ingeniero en nanotecnología deberá usar métodos y ecuaciones de Fenómenos de Transporte directamente en el diseño de un equipo. Un ejemplo puede ser un reactor tubular en el cual ocurre una reacción química homogénea. El fluido entra con cierta concentración de reactivos y deja el tubo con una concentración menor de éstos pero mayor concentración de productos. Si la reacción es exotérmica, el calor generado deberá removerse por la pared del tubo y tendremos gradientes radiales de temperatura.

Como además la velocidad de reacción aumenta con la temperatura, que será mayor en el eje de simetría, los productos de la reacción tenderán a acumularse en esta línea central mientras los reactivos lo harán hacia la pared del reactor. O sea que tanto temperatura como concentración variarán axial y radialmente. Para diseñar un reactor de estos necesitamos conocer, para cualquier longitud la concentración promedio en productos. Como esta se obtiene de valores puntuales promediados sobre la sección transversal, debemos conocer la concentración en cualquier punto del reactor (axial y radial). Pero para calcular la concentración en cada punto necesitamos conocer la velocidad de reacción en cada punto y para calcular la velocidad de reacción en cada punto es necesario conocer tanto la temperatura como la concentración en cada punto. Además, para calcular la temperatura debemos conocer el caudal y la velocidad del fluido en cada punto.

PROGRAMA DE ESTUDIO	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:	Ingeniería en Nanotecnología
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:	Ofrecer bajo las normas de calidad educativa, la formación de profesionales multidisciplinarios que podrán solucionar los problemas científicos y tecnológicos que existen en las industrias químicas, electrónica y biomédica, a través de la comprensión de las distintas ciencias básicas relacionadas con materiales nanoestructurados, optoelectrónicos, nanobioteconológicos, así como en el diseño y fabricación de dispositivos micro y nano electromecánicos.
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Ingeniería y Tecnología de procesos
CLAVE DE LA ASIGNATURA:	
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:	El alumno será capaz de asentar las bases de los cálculos asociados a los procesos químicos, fundamentalmente balances de materia y energía, diagramas de procesos e introducirlos para las operaciones.
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:	90 HORAS
FECHA DE EMISIÓN:	
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:	Universidad Politécnica del Valle de México

CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE										EVALUACIÓN			OBSERVACIÓN			
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS					TÉCNICA	INSTRUMENTO	TOTAL DE HORAS
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			TEÓRICA		PRÁCTICA					
												Presencial	NO Presencial	Presencial	NO Presencial				
Unidad 1. Transporte de momento	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: " Comprender los conceptos de viscosidad y su dependencia respecto a la temperatura y presión " Aplicar la ecuación de continuidad y de Bernoulli para resolver problemas de fluidos en movimiento.	EC1. Resuelve un cuestionario con los conceptos de viscosidad y su dependencia respecto a la temperatura y presión. EP1. Resuelve un problemario con ejercicios de aplicación de la ecuación de Bernoulli	1. Actividad focal introductoria 2. Solución de problemas 3. Preguntas 4. Señalización 5. Reformulación	1. Instrucciones programada 2. Experiencia estructurada 3. Resolución de problemas 4. Ejercitación	X	NA	NA	NA	NA	Pizarron y diapositivas	Proyector, equipo de computo y equipo de laboratorio	25	5	0	0	Documental y campo	Cuestionario del concepto de viscosidad y su dependencia con respecto a la temperatura y presión. Lista de cotejo para ejercicios de aplicación de la ecuación de Bernoulli	30	
Unidad 2. Transporte de energía	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: " Resolver problemas en los que la conducción de calor es el mecanismo de transferencia de calor. " Resolver problemas en los que la convección de calor es el mecanismo de transferencia de calor " Resolver problemas en los que la radiación de calor es el mecanismo predominante en la transferencia de energía	EP1. Resuelve un problemario con ejercicios de casos en los que la conducción es el mecanismo controlante EP2. Resuelve un problemario de casos en los que la convección es el mecanismo controlante EP3. Resuelve un problemario de casos en los que la radiación es el mecanismo controlante	1. Actividad focal introductoria 2. Solución de problemas 3. Preguntas 4. Señalización 5. Reformulación	1. Instrucciones programada 2. Experiencia estructurada 3. Resolución de problemas 4. Ejercitación	X	NA	NA	NA	NA	Pizarron y diapositivas	Proyector, equipo de computo y equipo de laboratorio	25	5	0	0	Documental y campo	Lista de cotejo para ejercicios de aplicación de ejercicios en los que el mecanismo controlante es la conducción, convección y radiación de calor.	30	
Unidad 3. Transporte de masa	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: " Aplicar la primera y segunda ley de Fick para el análisis de casos de diferentes procesos industriales. " Comprender los principios fundamentales de la transferencia de masa por convección y los aplique en la solución de problemas.	EP1. El alumno resuelve problemas con ejercicios de aplicación de la segunda ley de Fick EP2. Resuelve problemas en los que la convección constituye el mecanismo controlante del proceso	1. Actividad focal introductoria 2. Solución de problemas 3. Preguntas 4. Señalización 5. Reformulación	1. Instrucciones programada 2. Experiencia estructurada 3. Resolución de problemas 4. Ejercitación	X	NA	NA	NA	NA	Pizarron y diapositivas	Proyector, equipo de computo y equipo de laboratorio	25	5	0	0	Documental y campo	Lista de cotejo para ejercicios de aplicación de ejercicios de la primera y segunda ley de Fick. Lista de cotejo para ejercicios de aplicación donde la convección es el mecanismo controlante	30	

**BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS:**

TÍTULO: Processing  
 AUTOR: Geiger, D. R. and Poirer, G. H  
 AÑO: 1994  
 EDITORIAL O REFERENCIA: The Minerals, Metals and Materials Society  
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Warrendale, Pa.  
 ISBN O REGISTRO: 9-78002E+12

TÍTULO: An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering  
 AUTOR: Gaskell, D. R.  
 AÑO: 2012  
 EDITORIAL O REFERENCIA: Mc Graw-Hill.  
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: New York, 2012  
 ISBN O REGISTRO: 978-160503563

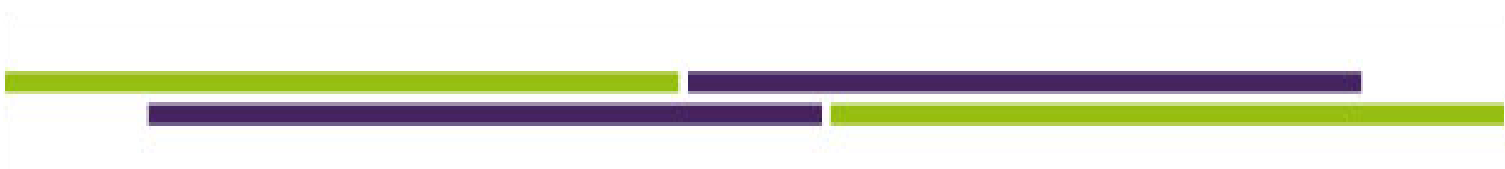
TÍTULO: Transport phenomena  
 AUTOR: BIRD, R. BYRON, STEWART, WARREN E., & LIGHTFOOT, EDWIN N.,  
 AÑO: 2006  
 EDITORIAL O REFERENCIA: Ed. John Wiley & Sons  
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, E, 2006  
 ISBN O REGISTRO: 978-047133398

**COMPLEMENTARIA**

TÍTULO: Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer  
 AUTOR: WELTY, JAMES R., WICKS, CHARLES E., & WILSON, ROBERT E  
 AÑO: 2007  
 EDITORIAL O REFERENCIA: John Wiley & Sons,  
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA 2007  
 ISBN O REGISTRO: 978-0471328688

TÍTULO: Fundamentals of Heat and Mass Transfer  
 AUTOR: INCROPERA, FRANK P., & DE WITT  
 AÑO: 2011  
 EDITORIAL O REFERENCIA: John Wiley & Sons,  
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA 2011  
 ISBN O REGISTRO: 978-0470501979

TÍTULO: Transport Phenomena, A Unified Approach  
 AUTOR: Birdsey, R. S. and Hestney, H. C  
 AÑO: 2003  
 EDITORIAL O REFERENCIA: Mc Graw Hill  
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: New York, 2003  
 ISBN O REGISTRO: 978-0972663595





**PROGRAMA DE ESTUDIOS**

 Sistema de Universidades <b>Politécnicas</b>	<b>FICHA TÉCNICA</b>  <b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA</b>
--	--

Nombre:	Ingeniería y Tecnología de los Procesos
Clave:	ITP_ES
Justificación:	La producción de productos nanotecnológicos se realiza a través de procesos muy diversos por lo que se requiere de una asignatura que proporcione al
Objetivo:	El alumno será capaz de comprender adquirir conocimientos sobre balances de materia y energía, así como de transferencia de calor y transporte de masa
Habilidades:	Comunicación verbal y escrita, Trabajo en equipo, Habilidades interpersonales, Pensamiento crítico y analítico, Trabajo interdisciplinario, Autoreflexión, Aprender a aprender y Creatividad.
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis; Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; Capacidad de comunicación oral y escrita;

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir las etapas de proceso para preparar la materia prima, producir el nanomaterial y adecuar el nanoproducto a sus especificaciones, empleando un diagrama de flujo y simbología estándar.</li> <li>Determinar los balances de materia y energía e impacto ambiental para especificar la capacidad de producción del proceso, mediante su cálculo y simulación.</li> <li>Definir las etapas del proyecto empleando paquetes de tareas para determinar la ruta crítica, presupuesto, recursos humanos y materiales.</li> <li>Definir el cronograma del proyecto empleando tiempos estándar e históricos de cada tarea para establecer los planes de suministro de materiales y recursos humanos.</li> <li>Definir la secuencia de operación para asegurar el uso de la técnica de caracterización seleccionada de acuerdo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructurar diagrama de flujo de proceso e instrumentación, empleando el software especializado para representar el proceso de fabricación.</li> <li>Gestionar proyectos para la fabricación de nanoproductos utilizando herramientas computacionales diseñadas para administrar las diferentes etapas de procesos de fabricación</li> <li>Establecer los procedimientos de caracterización con base a las especificaciones técnicas del nanoproducto para evaluar las cualidades de los mismos.</li> <li>Gestionar sistemas de calidad y mantenimiento empleando las normas vigentes para mejorar el desempeño del proceso de fabricación de nanoproductos.</li> </ul>

<p>con las mejores prácticas de operación, seguridad e higiene.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la secuencia de análisis que será empleada para caracterizar productos y materias primas, considerando la normatividad vigente.</li> <li>• Definir el sistema de calidad mediante la generación de procedimientos, estableciendo procesos y asignando recursos para asegurar la calidad del nanoproducto.</li> <li>• Seleccionar el sistema de mantenimiento empleando la metodología de mejora continua para incrementar la productividad del proceso de fabricación de nanoproductos.</li> </ul>	
--	--

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORIA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	Unidad 2. Transporte de momentum	25	5	0	0
	Unidad 3. Transporte de energía	25	5	0	0
	Unidad 4. Transporte de masa	25	5	0	0
Total de horas por cuatrimestre:	90				
Total de horas por semana:	5				
Créditos:					

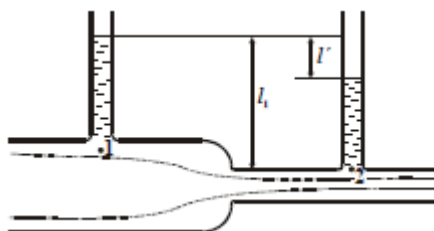


# **Instrumentos de evaluación**

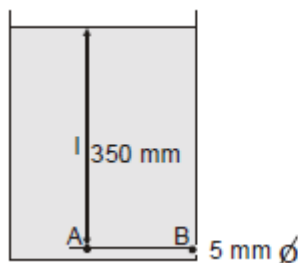
Serie No 1

Ingeniería y tecnología de los procesos

1. Por una tubería horizontal de 20 mm de diámetro circula un fluido a una velocidad de 3m/s
  - a) Calcula el flujo en litros/minuto
  - b) Calcular la velocidad en otra sección de la misma línea de 10 mm de diámetro.
  - c) Si el fluido es agua calcular la diferencia de alturas entre dos tubos verticales colocados antes y después del estrechamiento. Densidad del agua 1g/cm<sup>3</sup>



2. Una tubería horizontal de 20 mm de diámetro conduce agua con una velocidad de 1 m/s. La presión de entrada es de 10000 Pa en la salida hay un estrechamiento de 10 mm de diámetro, si se desprecia el rozamiento calcule la presión a la salida. Densidad del agua 1000 Kg/m<sup>3</sup>
3. Un cilindro vertical de vidrio tiene un diámetro interior de 150 mm y un agujero taladrado cerca de la base. Se mantiene un nivel constante de agua de 350 mm por encima del agujero del que sale hacia el exterior un chorro de 5 mm de diámetro. ¿Cuál es la velocidad del agua a la salida del chorro?



En el dibujo se observa:

- los puntos A y B están a la misma altura
- $v_A = 0$  o prácticamente nula.
- en B la presión estática se reduce a la atmosférica.
- en A la presión es  $p = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$

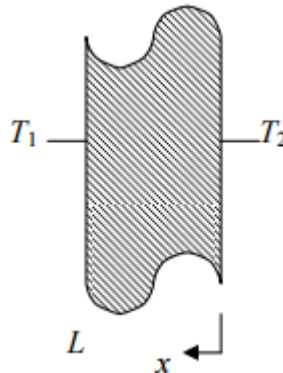
4. Determinar el flujo de un fluido hidráulico que circula por una tubería que tiene un diámetro interior de 30 mm sabiendo que su velocidad es de 4 m/s. Expresar el resultado en l/min, m<sup>3</sup>/s y l/hora. ¿El fluido está bajo un régimen turbulento o laminar?

Densidad del fluido = 850 Kg/m<sup>3</sup>    Viscosidad = 0.55 centipoises

Serie No 2

Ingeniería y tecnología de los procesos

1. En el sistema mostrado en la figura se produce una conducción de régimen estacionario unidimensional sin generación de calor. La conductividad térmica es  $25 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  y el espesor  $L$  es  $0,5 \text{ m}$



Determine las cantidades desconocidas para cada caso de la tabla siguiente y dibuje la distribución de temperatura indicando la dirección del flujo de calor.

Caso	$T_1$	$T_2$	$dT/dx$ (K/m)	$q'_x$ (W/m <sup>2</sup> )
1	400 K	300 K		
2	100 °C		-250	
3	80 °C		200	
4		-5 °C		4.000
5	30 °C			-3.000

2. Un chip cuadrado isotérmico de lado  $5 \text{ mm}$  está montado en un sustrato de manera que sus superficies laterales e inferior están bien aisladas, mientras que la superficie frontal se expone a la corriente de un fluido refrigerante a  $15 \text{ °C}$ . La temperatura del chip no debe sobrepasar los  $85 \text{ °C}$ . Si el fluido refrigerante es aire ( $h = 200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ), ¿cuál es la potencia máxima admisible del chip? Si el fluido refrigerante es un líquido dieléctrico ( $h = 3.000 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ), ¿cuál es la potencia máxima admisible del chip?
3. En una varilla cilíndrica de  $50 \text{ mm}$  de diámetro de combustible de un reactor nuclear ocurre generación interna de calor a  $7 \text{ q}\&1 = 5 \cdot 10 \text{ W/m}^3$ , y en condiciones de régimen estacionario la distribución de temperatura es  $T(r) = a + br^2$  donde  $T$  está en grados Celsius y  $r$  en metros, mientras  $a = 800 \text{ °C}$  y  $b = -4,167 \cdot 10^5 \text{ °C/m}^2$  Las propiedades de la varilla de combustible son  $k = 30 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ,  $\rho = 1.100 \text{ kg/m}^3$  y  $c_p = 800 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ .

- a) ¿Cuál es la velocidad de transferencia de calor por unidad de longitud de la varilla en  $r = 0$  (línea central) y en  $r = 25$  mm (superficie)? b) Si el nivel de potencia del reactor aumenta súbitamente a  $q'' = 10 \text{ W/m}^2$ , ¿cuál es la velocidad de cambio de temperatura en el tiempo inicial en  $r = 0$  y en  $r = 25$ ?
4. Una bala esférica de plomo de 6 mm de diámetro se mueve aproximadamente a Mach 3. La onda de choque resultante calienta el aire alrededor de la bala a 700 K, y el coeficiente de convección promedio para la transferencia de calor entre el aire y la bala es  $500 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Si la bala sale de la escopeta a 300 K y el tiempo de vuelo es 0,4 s, ¿cuál es la temperatura en la superficie en el momento del impacto? Datos: Propiedades termofísicas del plomo a 300 K:  $k = 35,3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ;  $\rho = 11.340 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_p = 129 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ .

## GLOSARIO

1. **Conducción.** es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, por el que el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura que está en contacto con el primero
2. **Convección.** Mecanismo de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas.
3. **Difusión.** Es un proceso físico irreversible, en el que partículas materiales se introducen en un medio que inicialmente estaba ausente, aumentando la entropía (Desorden molecular) del sistema conjunto formado por las partículas difundidas o soluto y el medio donde se difunden o disuelven.
4. **Energía.** Es la capacidad para realizar un trabajo
5. **Fenómenos de transporte.** Término que se refiere al estudio sistemático y unificado de la transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia
6. **Masa.** es una medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo.
7. **Momentum.** Es una magnitud física fundamental de tipo vectorial que describe el movimiento de un cuerpo en cualquier teoría mecánica.
8. **Radiación.** consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.
9. **Velocidad.** Es una magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Básica**

Transport Phenomena in Materials Processing, Geiger, D. R. and Poirier, G. H. , The Minerals, Metals and Materials Society, ISBN 9780023407208

An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering, Gaskell, D. R., Mc Graw-Hill. ISBN 978-1606503553

Transport phenomena, BIRD, R. BYRON, STEWART, WARREN E., & LIGHFOOT, EDWIN N., Ed. John Wiley & Sons, ISBN 978-0470115398

### **Complementaria**

Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, WELTY, JAMES R., WICKS, CHARLES E., & WILSON, ROBERT E, John Wiley & Sons,, ISBN 978-0470128688

Fundamentals of Heat and Mass Transfer, INCROPERA, FRANK P., & DE WITT, John Wiley & Sons, ISBN 978-0470501979

Transport Phenomena. A Unified Approach, Brodkey, R. S. and Hershey, H. C, Mc Graw Hill, 978-0972663595

### **Sitio Web**