

# ÍNDICE GENERAL

## PRIMERA PARTE. TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO

<b>Capítulo 1. Viscosidad y mecanismo del transporte de cantidad de movimiento.....</b>	<b>1-3</b>
*§1.1. Ley de Newton de la viscosidad.....	1-3
*Ejemplo 1.1-1. Cálculo de la densidad de flujo de cantidad de movimiento, 1-7	
*§1.2. Fluidos no-newtonianos.....	1-10
*§1.3. Influencia de la presión y la temperatura sobre la viscosidad.....	1-16
*Ejemplo 1.3-1. Estimación de la viscosidad a partir de las propiedades críticas, 1-19	
*Ejemplo 1.3-2. Efecto de la presión sobre la viscosidad de los gases, 1-19	
§1.4. Teoría de la viscosidad de los gases a baja densidad.....	1-20
Ejemplo 1.4-1. Cálculo de la viscosidad de un gas a baja densidad, 1-25	
Ejemplo 1.4-2. Predicción de la viscosidad de una mezcla gaseosa a baja densidad, 1-26	
§1.5. Teoría de la viscosidad de los líquidos.....	1-27
Ejemplo 1.5-1. Estimación de la viscosidad de un líquido puro, 1-30	
<b>Capítulo 2. Distribuciones de velocidad en flujo laminar.....</b>	<b>2-1</b>
*§2.1. Balances envolventes de cantidad de movimiento: condiciones límite..	2-2
*§2.2. Flujo de una película descendente.....	2-4
*Ejemplo 2.2-1. Cálculo de la velocidad de película, 2-8	
Ejemplo 2.2-2. Película descendente con viscosidad variable, 2-9	
*§2.3. Flujo a través de un tubo circular.....	2-10
*Ejemplo 2.3-1. Determinación de la viscosidad a partir de datos de flujo en un capilar, 2-15	
Ejemplo 2.3-2. Flujo de Bingham en un tubo capilar, 2-16	
*§2.4. Flujo a través de una sección de corona circular.....	2-18
§2.5. Flujo adyacente de dos fluidos inmiscibles.....	2-22
*§2.6. Flujo reptante alrededor de una esfera sólida.....	2-25
*Ejemplo 2.6-1. Determinación de la viscosidad a partir de la velocidad final de caída de una esfera, 2-28	
<b>Capítulo 3. Las ecuaciones de variación para sistemas isotérmicos.....</b>	<b>3-1</b>
*§3.1. La ecuación de continuidad.....	3-4
*§3.2. La ecuación de movimiento.....	3-6
§3.3. La ecuación de energía mecánica.....	3-12
*§3.4. Las ecuaciones de variación en coordenadas curvilíneas.....	3-13

*§3.5.	Utilización de las ecuaciones de variación para el planteamiento de problemas de flujo estacionario.....	3-23
	*Ejemplo 3.5-1. <i>Flujo tangencial de un fluido newtoniano en tubos concéntricos</i> , 3-25	
	*Ejemplo 3.5-2. <i>Forma de la superficie de un líquido que gira</i> , 3-28	
	Ejemplo 3.5-3. <i>Relaciones del par y distribución de velocidad en el viscosímetro de plato y cono</i> , 3-30	
§3.6.	Las ecuaciones de variación para flujo no-newtoniano incompresible ..	3-33
	Ejemplo 3.6-1. <i>Flujo tangencial de un plástico de Bingham en tubos concéntricos</i> , 3-35	
	Ejemplo 3.6-2. <i>Componentes del tensor de densidad de flujo de cantidad de movimiento, para el flujo radial no-newtoniano entre dos discos paralelos</i> , 3-38	
*§3.7.	Análisis dimensional de las ecuaciones de variación.....	3-38
	*Ejemplo 3.7-1. <i>Predicción de la profundidad del vórtice en un tanque agitado</i> , 3-40	
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Distribuciones de velocidad con más de una variable independiente .....</b>	<b>4-1</b>
*§4.1.	Flujo viscoso no estacionario.....	4-1
	*Ejemplo 4.1-1. <i>Flujo en las proximidades de una pared que se pone súbitamente en movimiento</i> , 4-2	
	Ejemplo 4.1-2. <i>Flujo laminar no estacionario, en un tubo circular</i> , 4-4	
§4.2.	Flujo viscoso estacionario con dos componentes de la velocidad que no desaparecen: la función de corriente.....	4-8
	Ejemplo 4.2-1. <i>«Flujo reptante» alrededor de una esfera</i> , 4-10	
§4.3.	Flujo potencial bidimensional en estado estacionario.....	4-12
	Ejemplo 4.3-1. <i>Flujo alrededor de un cilindro</i> , 4-14	
	Ejemplo 4.3-2. <i>Flujo en un canal rectangular</i> , 4-16	
§4.4.	Teoría de la capa límite.....	4-19
	Ejemplo 4.4-1. <i>Flujo en las proximidades de una pared que se pone bruscamente en movimiento</i> , 4-19	
	Ejemplo 4.4-2. <i>Flujo en las inmediaciones del borde de ataque de una lámina plana</i> , 4-21	
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Distribución de velocidad en flujo turbulento.....</b>	<b>5-1</b>
*§5.1.	Fluctuaciones y magnitudes de tiempo ajustado.....	5-2
*§5.2.	Ajuste de tiempo de las ecuaciones de variación para un fluido incompresible.....	5-6
*§5.3.	Expresiones semiempíricas para los esfuerzos de Reynolds.....	5-8
	*Ejemplo 5.3-1. <i>Deducción de la ley de distribución logarítmica para el flujo en un tubo (lejos de la pared)</i> , 5-10	
	*Ejemplo 5.3-2. <i>Distribución de velocidad para el flujo en un tubo (cerca de la pared)</i> , 5-11	
	*Ejemplo 5.3-3. <i>Valor relativo de la viscosidad molecular y la viscosidad de remolino</i> , 5-13	
§5.4.	El tensor de correlación de segundo orden y su propagación (la ecuación de von Kármán-Howarth).....	5-14
	Ejemplo 5.4-1. <i>Calda de turbulencia detrás de una rejilla</i> , 5-22	
<b>Capítulo 6.</b>	<b>Transporte de interfase en sistemas isotérmicos.....</b>	<b>6-1</b>
*§6.1.	Definición de factores de fricción.....	6-2

*§6.2.	Factores de fricción para el flujo en tubos.....	6-3
	<i>*Ejemplo 6.2-1. Diferencia de presión necesaria para una determinada velocidad de flujo, 6-9</i>	
	<i>*Ejemplo 6.2-2. Velocidad de flujo para una determinada diferencia de presión, 6-10</i>	
*§6.3.	Factores de fricción para el flujo alrededor de esferas.....	6-11
	<i>*Ejemplo 6.3-1. Determinación del diámetro de una esfera descendente, 6-16</i>	
§6.4.	Factores de fricción para columnas de relleno.....	6-17
<b>Capítulo 7.</b>	<b>Balances macroscópicos en sistemas isotérmicos.....</b>	<b>7-1</b>
*§7.1.	Balance macroscópico de materia.....	7-2
*§7.2.	Balance macroscópico de cantidad de movimiento.....	7-3
*§7.3.	Balance macroscópico de energía mecánica (ecuación de Bernoulli)....	7-4
	<i>Ejemplo 7.3-1. Deducción del balance de energía mecánica para flujo estacionario incompresible, 7-6</i>	
*§7.4.	Estimación de las pérdidas por fricción.....	7-7
	<i>*Ejemplo 7.4-1. Potencia necesaria para el flujo en una conducción, 7-11</i>	
*§7.5.	Utilización de los balances macroscópicos para el planteamiento de problemas de flujo estacionario.....	7-12
	<i>*Ejemplo 7.5-1. Aumento de presión y pérdidas por fricción en un ensanchamiento brusco, 7-12</i>	
	<i>*Ejemplo 7.5-2. Eficacia de un eyector líquido-líquido, 7-14</i>	
	<i>*Ejemplo 7.5-3. Fuerza que actúa sobre la curvatura de una tubería, 7-16</i>	
	<i>*Ejemplo 7.5-4. Flujo isotérmico de un líquido a través de un orificio, 7-18</i>	
§7.6.	Utilización de los balances macroscópicos para plantear problemas de flujo no estacionario .....	7-20
	<i>Ejemplo 7.6-1. Tiempo de vertido para el flujo en un embudo, 7-20</i>	
	<i>Ejemplo 7.6-2. Oscilaciones de un manómetro amortiguado, 7-23</i>	

**SEGUNDA PARTE. TRANSPORTE DE ENERGÍA**

<b>Capítulo 8.</b>	<b>Conductividad calorífica y mecanismo del transporte de energía.....</b>	<b>8-3</b>
*§8.1.	Ley de Fourier de la conducción del calor.....	8-3
	<i>*Ejemplo 8.1-1. Medida de la conductividad calorífica, 8-8</i>	
*§8.2.	Variación de la conductividad calorífica de gases y líquidos con la temperatura y la presión. ....	8-10
	<i>*Ejemplo 8.2-1. Efecto de la presión sobre la conductividad calorífica, 8-12</i>	
§8.3.	Teoría de la conductividad calorífica de los gases a baja densidad.....	8-14
	<i>Ejemplo 8.3-1. Cálculo de la conductividad calorífica de un gas monoatómico a baja densidad, 8-19</i>	
	<i>Ejemplo 8.3-2. Estimación de la conductividad calorífica de un gas poliatómico a baja densidad, 8-20</i>	
	<i>Ejemplo 8.3-3. Predicción de la conductividad calorífica de una mezcla gaseosa a baja densidad, 8-20</i>	
§8.4.	Teoría de la conductividad calorífica de líquidos.....	8-21
	<i>Ejemplo 8.4-1. Predicción de la conductividad calorífica de un líquido, 8-23</i>	
§8.5.	Conductividad calorífica de sólidos.....	8-23

<b>Capítulo 9. Distribución de temperatura en sólidos y en el flujo laminar</b> .....	<b>9-1</b>
*§9.1. Balance de energía aplicado a una envoltura: condiciones límite.....	9-2
*§9.2. Conducción del calor con un manantial calorífico de origen eléctrico..	9-3
*Ejemplo 9.2-1. Voltaje necesario para producir un determinado aumento de temperatura en un alambre calentado por una corriente eléctrica, 9-7	
Ejemplo 9.2-2. Calentamiento eléctrico de un alambre en el que varían las conductividades calorífica y eléctrica con la temperatura, 9-8	
§9.3. Conducción del calor con un manantial calorífico de origen nuclear...	9-10
*§9.4. Conducción del calor con un manantial calorífico de origen viscoso.....	9-14
§9.5. Conducción del calor con manantial calorífico de origen químico.....	9-16
*§9.6. Conducción del calor a través de paredes compuestas: suma de resistencias	9-21
*Ejemplo 9.6-1. Paredes cilíndricas compuestas, 9-24	
§9.7. Conducción de calor en una aleta de enfriamiento.....	9-26
Ejemplo 9.7-1. Error en la medida de un termopar, 9-29	
*§9.8. Convección forzada.....	9-31
*§9.9. Convección libre.....	9-36
<b>Capítulo 10. Las ecuaciones de variación para sistemas no isotérmicos</b> .....	<b>10-1</b>
*§10.1. Las ecuaciones de energía.....	10-2
*§10.2. La ecuación de energía en coordenadas curvilíneas.....	10-9
*§10.3. Las ecuaciones de movimiento para convección forzada y convección libre en el flujo no isotérmico.....	10-9
*§10.4. Resumen de las ecuaciones de variación.....	10-13
*§10.5. Uso de las ecuaciones de variación en los problemas de transmisión de calor en estado estacionario.....	10-13
*Ejemplo 10.5-1. Flujo tangencial en tubos concéntricos con generación de calor de origen viscoso, 10-17	
*Ejemplo 10.5-2. Flujo estacionario de una película no isotérmica, 10-19	
*Ejemplo 10.5-3. Enfriamiento por transpiración, 10-20	
Ejemplo 10.5-4. Transmisión de calor por convección libre desde una lámina vertical, 10-23	
Ejemplo 10.5-5. Flujo compresible unidimensional: gradientes de velocidad, temperatura y presión en una onda de choque estacionaria, 10-26	
*Ejemplo 10.5-6. Procesos adiabáticos sin fricción para un gas ideal, 10-30	
*§10.6. Análisis dimensional de las ecuaciones de variación.....	10-31
*Ejemplo 10.6-1. Transmisión de calor por convección forzada en un tanque agitado, 10-32	
*Ejemplo 10.6-2. Temperatura de la superficie de una espiral de calentamiento eléctrico, 10-34	
<b>Capítulo 11. Distribuciones de temperatura con más de una variable independiente</b> ....	<b>11-1</b>
*§11.1. Conducción no estacionaria del calor en sólidos.....	11-1
*Ejemplo 11.1-1. Calentamiento de una lámina semiinfinita, 11-2	
*Ejemplo 11.1-2. Calentamiento de una lámina finita, 11-3	
Ejemplo 11.1-3. Enfriamiento de una esfera que está en contacto con un fluido fuertemente agitado, 11-7	
§11.2. Conducción del calor en estado estacionario para el flujo laminar de un fluido viscoso.....	11-10
Ejemplo 11.2-1. Flujo laminar en un tubo con densidad de flujo de calor constante en la pared, 11-11	
Ejemplo 11.2-2. Flujo laminar en un tubo con densidad de flujo de calor constante en la pared: Solución asintótica para distancias pequeñas, 11-12	

§11.3	Flujo potencial bidimensional estacionario de calor en sólidos.....	11-14
	<i>Ejemplo 11.3-1. Distribución de temperatura en la pared, 11-15</i>	
§11.4.	Teoría de la capa límite.....	11-16
	<i>Ejemplo 11.4-1. Transmisión de calor por convección forzada en el flujo laminar a lo largo de una lámina plana calentada, 11-16</i>	
<b>Capítulo 12. Distribuciones de temperatura en flujo turbulento.....</b>		<b>12-1</b>
*§12.1.	Fluctuaciones de temperatura y temperatura de tiempo ajustado.....	12-1
*§12.2.	Ajuste de tiempo de la ecuación de energía.....	12-3
*§12.3.	Expresiones semiempíricas para la densidad de flujo turbulento de energía.	12-5
	<i>*Ejemplo 12.3-1. Perfiles de temperatura para el flujo turbulento estacionario en tubos circulares lisos, 12-6</i>	
§12.4.	La doble correlación de temperatura y su propagación: ecuación de Corrsin.....	12-11
	<i>Ejemplo 12.4-1. Ecuación de decaimiento para la doble correlación de temperatura, 12-13</i>	
<b>Capítulo 13. Transporte de interfase en sistemas no isotérmicos .....</b>		<b>13-1</b>
*§13.1.	Definición del coeficiente de transmisión de calor.....	13-2
	<i>*Ejemplo 13.1-1. Cálculo de coeficientes de transmisión de calor a partir de datos experimentales, 13-6</i>	
*§13.2.	Coeficientes de transmisión de calor para convección forzada en tubos..	13-8
	<i>*Ejemplo 13.2-1. Diseño de un calentador tubular, 13-18</i>	
*§13.3.	Coeficiente de transmisión de calor para convección forzada alrededor de objetos sumergidos.....	13-20
§13.4.	Coeficientes de transmisión de calor para convección forzada a través de lechos de relleno.....	13-24
*§13.5.	Coeficientes de transmisión de calor para convección libre.....	13-25
	<i>*Ejemplo 13.5-1. Pérdida de calor por convección libre desde una tubería horizontal, 13-28</i>	
§13.6.	Coeficientes de transmisión de calor para condensación de vapores puros sobre superficies sólidas.....	13-29
	<i>Ejemplo 13.6-1. Condensación de vapor de agua sobre una superficie vertical, 13-32</i>	
<b>Capítulo 14. Transporte de energía por radiación .....</b>		<b>14-1</b>
*§14.1.	El espectro de radiación electromagnética.....	14-2
*§14.2.	Absorción y emisión en superficies sólidas.....	14-4
*§14.3.	Ley de distribución de Planck, ley de desplazamiento de Wien, y la ley de Stefan-Boltzmann.....	14-8
	<i>*Ejemplo 14.3-1. Temperatura y emisión de energía radiante del Sol, 14-12</i>	
14.4.	Radiación directa entre cuerpos negros en el vacío que están a diferente temperatura.....	14-13
	<i>*Ejemplo 14.4-1. Estimación de la constante solar, 14-19</i>	
	<i>*Ejemplo 14.4-2. Transmisión de energía radiante entre discos, 14-19</i>	
*14.5.	Radiación entre cuerpos no negros que están a distinta temperatura ..	14-20
	<i>*Ejemplo 14.5-1. Escudos de radiación, 14-22</i>	
	<i>*Ejemplo 14.5-2. Pérdidas de calor por radiación y convección libre en una tubería horizontal, 14-24</i>	
	<i>Ejemplo 14.5-3. Convección y radiación combinadas, 14-24</i>	

§14.6.	Transporte de energía radiante en medios absorbentes.....	14-25
	<i>Ejemplo 14.6-1. Absorción de un rayo de radiación monocromática, 14-27</i>	
<b>Capítulo 15.</b>	<b>Balances macroscópicos en sistemas no isotérmicos.....</b>	<b>15-1</b>
*§15.1.	El balance macroscópico de energía.....	15-2
*§15.2.	El balance macroscópico de energía mecánica (Ecuación de Bernoulli).	15-4
*§15.3.	Resumen de los balances macroscópicos para fluidos puros.....	15-8
*§15.4.	Utilización de los balances macroscópicos para la resolución de problemas de estado estacionario.....	15-8
	<i>*Ejemplo 15.4-1. Enfriamiento de un gas ideal, 15-8</i>	
	<i>*Ejemplo 15.4-2. Cambiadores de calor de corrientes paralelas y en contracorriente, 15-11</i>	
	<i>*Ejemplo 15.4-3. Potencia necesaria para bombear un fluido compresible a través de una tubería de grandes dimensiones, 15-13</i>	
	<i>Ejemplo 15.4-4. Mezcla de dos corrientes de gases ideales, 15-15</i>	
	<i>*Ejemplo 15.4-5. Flujo de fluidos compresibles a través de orificios, 15-17</i>	
§15.5.	Utilización de los balances macroscópicos para la resolución de problemas de estado no estacionario.....	15-19
	<i>Ejemplo 15.5-1. Calentamiento de un líquido en un tanque agitado, 15-19</i>	
	<i>Ejemplo 15.5-2. Operación de un sistema sencillo de control de temperatura, 15-22</i>	
	<i>Ejemplo 15.5-3. Expansión libre de una carga de un fluido compresible, 15-26</i>	

### TERCERA PARTE. TRANSPORTE DE MATERIA

<b>Capítulo 16.</b>	<b>Difusividad y mecanismos del transporte de materia.....</b>	<b>16-3</b>
*§16.1.	Definiciones de concentraciones, velocidades y densidades de flujo de materia.....	16-4
	<i>Ejemplo 16.1-1. Relaciones entre las densidades de flujo molares, 16-9</i>	
*§16.2.	Ley de Fick de la difusión.....	16-10
*§16.3.	Variación de la difusividad con la presión y la temperatura.....	16-13
	<i>*Ejemplo 16.3-1. Estimación de la difusividad a baja densidad, 16-15</i>	
	<i>*Ejemplo 16.3-2. Estimación de la difusividad a alta densidad, 16-16</i>	
§16.4.	Teoría de la difusión ordinaria en gases a baja densidad.....	16-16
	<i>Ejemplo 16.4-1. Cálculo de la difusividad a baja densidad, 16-21</i>	
§16.5.	Teoría de la difusión ordinaria en líquidos.....	16-22
	<i>Ejemplo 16.5-1. Estimación de la difusividad para una mezcla líquida binaria, 16-24</i>	
<b>Capítulo 17.</b>	<b>Distribuciones de concentración en sólidos y en flujo laminar.....</b>	<b>17-1</b>
*§17.1.	Balances de materia aplicados a una envoltura: condiciones límite.....	17-3
*§17.2.	Difusión a través de una película gaseosa estancada.....	71-4
	<i>*Ejemplo 17.2-1. Determinación de la difusividad, 17-8</i>	
	<i>Ejemplo 17.2-2. Difusión a través de una película esférica no isotérmica, 17-9</i>	
*§17.3.	Difusión con reacción química heterogénea.....	17-11
	<i>*Ejemplo 17.3-1. Difusión con reacción heterogénea lenta, 17-13</i>	

*INDICE GENERAL*

XVII

*§17.4.	Difusión con reacción química homogénea.....	17-14
	<i>*Ejemplo 17.4-1. Absorción de un gas con reacción química en un tanque agitado, 17-16.</i>	
*§17.5.	Difusión en una película líquida descendente: transferencia de materia por convección forzada.....	17-20
	<i>*Ejemplo 17.5-1. Absorción de burbujas ascendentes de un gas, 17-24</i>	
§17.6.	Difusión y reacción química en el interior de un catalizador poroso: El «factor de eficacia».....	17-25
<b>Capítulo 18. Las ecuaciones de variación para sistemas de varios componentes ..... 18-1</b>		
*§18.1.	Las ecuaciones de continuidad para una mezcla binaria.....	18-1
*§18.2.	La ecuación de continuidad de <i>A</i> en coordenadas curvilíneas.....	18-6
§18.3.	Las ecuaciones de variación para sistemas de varios componentes en función de las densidades de flujo.....	18-6
§18.4.	Las densidades de flujo para sistemas de varios componentes en función de las propiedades de transporte.....	18-11
§18.5.	Utilización de las ecuaciones de variación para el planteamiento de problemas de difusión.....	18-20
	<i>Ejemplo 18.5-1. Transferencia simultánea de calor y materia, 18-20</i>	
	<i>Ejemplo 18.5-2. Difusión térmica, 18-22</i>	
	<i>Ejemplo 18.5-3. Difusión de presión, 18-24</i>	
	<i>Ejemplo 18.5-4. Difusión forzada, 18-25</i>	
	<i>Ejemplo 18.5-5. Difusión ordinaria en un sistema de tres componentes con reacción química heterogénea, 18-27</i>	
*§18.6.	Análisis dimensional de las ecuaciones de variación para una mezcla isotérmica de dos fluidos.....	18-28
	<i>*Ejemplo 18.6-1. Mezcla de fluidos miscibles, 18-30</i>	
<b>Capítulo 19. Distribuciones de concentración con más de una variable independiente.. 19-1</b>		
§19.1.	Difusión en estado no estacionario.....	19-3
	<i>Ejemplo 19.1-1. Evaporación en estado no estacionario, 19-3</i>	
	<i>Ejemplo 19.1-2. Difusión en estado no estacionario con reacción de primer orden, 19-7</i>	
	<i>Ejemplo 19.1-3. Absorción gaseosa con reacción química rápida, 19-8</i>	
§19.2.	Teoría de la capa límite: método aproximado de von Kármán.....	19-11
	<i>Ejemplo 19.2-1. Evaporación en estado no estacionario en el seno de una mezcla de varios componentes, 19-11</i>	
	<i>Ejemplo 19.2-2. Difusión y reacción química en el flujo laminar isotérmico a lo largo de una lámina plana soluble, 19-15</i>	
§19-3.	Teoría de la capa límite: soluciones exactas para transferencia simultánea de calor, materia y cantidad de movimiento.....	19-18
	<i>Ejemplo 19.3-1. Cálculo de la velocidad de transferencia de materia, 19-30</i>	
<b>Capítulo 20. Distribuciones de concentración en flujo turbulento ..... 20-1</b>		
*§20.1.	Fluctuaciones de concentración y la concentración de tiempo ajustado.	20-1
*§20.2.	Ajuste de tiempo de la ecuación de continuidad de <i>A</i> .....	20-2
§20.3.	Expresiones semiempíricas para la densidad de flujo turbulento de materia.	20-3
	<i>Ejemplo 20.3-1. Perfiles de concentración para el flujo turbulento en tubos circulares lisos, 20-5</i>	
	<i>Ejemplo 20.3-2. Evaporación de amoníaco en una columna de pared mojada, 20-5</i>	

§20-4. La doble correlación de concentración y su propagación: ecuación de Corrsin.....	20-8
<b>Capítulo 21. Transporte de interfase en sistemas de varios componentes.....</b>	<b>21-1</b>
*§21.1. Definición de coeficientes binarios de transferencia de materia en una sola fase.....	21-2
*§21.2. Correlaciones de coeficientes binarios de transferencia de materia en una sola fase para bajas velocidades de transferencia de materia.....	21-8
*Ejemplo 21.2-1. <i>Evaporación de una gota que cae libremente</i> , 21-14	
*Ejemplo 21.2-2. <i>El psicrómetro de bulbo húmedo y seco</i> , 21-15	
*§21-3. Definición de coeficientes binarios de transferencia de materia en dos fases para bajas velocidades de transferencia de materia.....	21-18
*§21.4. Definición de los coeficientes de transferencia para elevadas velocidades de transferencia de materia.....	21-22
§21.5. Coeficientes de transferencia para elevadas velocidades de transferencia de materia: Teoría de película.....	21-24
Ejemplo 21.5-1. <i>Evaporación rápida de un líquido puro</i> , 21-33	
Ejemplo 21.5-2. <i>Utilización de factores de corrección en la evaporación de una gotita</i> , 21-34	
Ejemplo 21.5-3. <i>Comportamiento del bulbo húmedo a altas velocidades de transferencia de materia</i> , 21-34	
§21.6. Coeficientes de transferencia para altas velocidades de transferencia de materia: Teoría de penetración.....	21-36
§21.7. Coeficientes de transferencia para altas velocidades de transferencia de materia: Teoría de capa límite.....	21-40
Ejemplo 21.7-1. <i>Evaporación rápida desde una superficie plana</i> , 21-45	
§21.8. Coeficientes de transferencia en sistemas de varios componentes.....	21-45
Ejemplo 21.8-1. <i>Transferencia de materia en un reactor catalítico de lecho fijo</i> , 21-47	
<b>Capítulo 22. Balances macroscópicos en sistemas de varios componentes.....</b>	<b>22-1</b>
*§22.1. Los balances macroscópicos de materia.....	22-1
*§22.2. El balance macroscópico de cantidad de movimiento.....	22-4
*§22.3. El balance macroscópico de energía.....	22-4
*§22.4. El balance macroscópico de energía mecánica.....	22-5
*§22.5. Utilización de los balances macroscópicos para resolver problemas de estado estacionario.....	22-6
*Ejemplo 22.5-1. <i>Balance de energía en un convertidor de dióxido de azufre</i> , 22-6	
*Ejemplo 22.5-2. <i>Altura de una torre de absorción de relleno</i> , 22-8	
Ejemplo 22.5-3. <i>Expansión de una mezcla gaseosa reactiva a través de una boquilla adiabática sin fricción</i> , 22-13	
§22.6. Utilización de los balances macroscópicos para la resolución de problemas de estado no estacionario.....	22-17
Ejemplo 22.6-1. <i>Puesta en marcha de un reactor químico</i> , 22-17	
Ejemplo 22.6-2. <i>Operación de una columna de relleno en estado no estacionario</i> , 22-18	
<b>Epilogo.....</b>	<b>A-1</b>

*ÍNDICE GENERAL*

XIX

<b>Apéndice A. Resumen de notación vectorial y tensorial</b> .....	<b>A-3</b>
§A.1. Las operaciones vectoriales desde un punto de vista geométrico.....	A-4
§A.2. Las operaciones vectoriales desde un punto de vista analítico.....	A-7
<i>Ejemplo A.2.-1. Comprobación de una identidad vectorial, A-10</i>	
§A.3. Operaciones diferenciales con vectores.....	A-11
§A.4. Tensores de segundo orden.....	A-15
<i>Ejemplo A.4.-1. Comprobación de una identidad tensorial, A-20</i>	
§A.5. Teoremas integrales para vectores y tensores.....	A-20
§A.6. Componentes de vectores y tensores en coordenadas curvilíneas.....	A-22
<i>Ejemplo A.6.-1. Características de transformación de los productos de vectores y tensores, A-25</i>	
§A.7. Operaciones diferenciales en coordenadas curvilíneas.....	A-26
<i>Ejemplo A.7.-1. Deducción de diversas operaciones diferenciales en coordenadas cilíndricas, A-26</i>	
<b>Apéndice B. Tablas para la predicción de propiedades de transporte</b> .....	<b>A-33</b>
§B.1. Parámetros de fuerza intermolecular y constantes críticas.....	A-34
§B.2. Funciones para la predicción de propiedades de transporte de gases a baja densidad.....	A-36
<b>Apéndice C. Constantes y factores de conversión</b> .....	<b>A-37</b>
§C.1. Constantes matemáticas.....	A-37
§C.2. Constantes físicas.....	A-37
§C.3. Factores de conversión.....	A-38
Notación.....	A-47
Índice alfabético de autores.....	A-57
Índice alfabético de materias.....	A-61