
Indice de Materias

	PÁG.
Prefacio	11
PARTE I	
PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LOS PROCESOS DE TRANSPORTE DE MOMENTO, CALOR Y MASA	15
CAPITULO 1 INTRODUCCION A LOS PRINCIPIOS Y UNIDADES DE INGENIERIA	17
1.1 Clasificación de las operaciones unitarias y procesos de transporte y sistemas básicos de unidades	17
1.2 Métodos para expresar temperaturas y composiciones	21
1.3 Leyes de los gases y presión de vapor	25
1.4 Balances de conservación de masa y de material	28
1.5 Unidades de energía y calor	35
1.6 Balances de conservación de energía y calor	41
1.7 Métodos matemáticos y gráficos	46
CAPITULO 2 PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE MOMENTO	61
2.1 Introducción	61
2.2 Estática de fluidos	61
2.3 Viscosidad de los fluidos	66
2.4 Balances de masa, energía y momento	70
2.5 Ecuaciones de diseño para flujos laminar y turbulento en tuberías	96
2.6 (<i>Tema selecto</i>) Flujo comprimible de gases	110
2.7 (<i>Tema selecto</i>) Medición del flujo de fluidos	112

	PÁG.
2.8 (<i>Tema selecto</i>) Bombas y equipo para manejar gases	118
2.9 (<i>Tema selecto</i>) Agitación y mezclado de fluidos y requerimientos de potencia	125
2.10 (<i>Tema selecto</i>) Fluidos no newtonianos	132
2.11 (<i>Tema selecto</i>) Ecuaciones diferenciales de continuidad y transferencia de momento	139
2.12 (<i>Tema selecto</i>) Flujo de capa límite y turbulencia	152
2.13 (<i>Tema selecto</i>) Análisis dimensional de la transferencia de ímpetu	161
CAPITULO 3 PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE ESTADO ESTABLE	177
3.1 Introducción y mecanismos de la transferencia de calor	177
3.2 Conducción	183
3.3 Conducción a través de sólidos en serie	185
3.4 Transferencia de calor en fluidos por convección forzada	194
3.5 Transferencia de calor con convección natural	210
3.6 Ebullición y condensación	213
3.7 Transferencia de calor por radiación	220
3.8 Intercambiadores de calor	225
3.9 (<i>Tema selecto</i>) Radiación	230
3.10 (<i>Tema selecto</i>) Transferencia de calor en líquidos no newtonianos	237
3.11 (<i>Tema selecto</i>) Casos especiales de coeficientes de transferencia de calor	240
3.12 (<i>Tema selecto</i>) Análisis dimensional en la transferencia de calor	246
CAPITULO 4 PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE ESTADO INESTABLE	259
4.1 Deducción de la ecuación básica	259
4.2 Caso simplificado de sistemas con resistencia interna despreciable	261
4.3 Conducción de calor de estado inestable en diversas geometrías	263
4.4 (<i>Tema selecto</i>) Enfriamiento y congelación de alimentos y materiales biológicos	279
4.5 (<i>Tema selecto</i>) Métodos numéricos de diferencia finita para conducción de estado inestable	285
4.6 (<i>Tema selecto</i>) Ecuación diferencial de cambio de energía	292

	PÁG.
4.7 (Tema selecto) Flujo de capa límite y turbulencia en la transferencia de calor	298
4.8 (Tema selecto) Procesos térmicos de estado inestable y esterilización de materiales biológicos	302
CAPITULO 5 PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE MASA	319
5.1 Introducción a la transferencia de masa y a la difusión	319
5.2 Difusión molecular en gases	323
5.3 Difusión molecular en líquidos	335
5.4 Difusión molecular en soluciones y geles biológicos	341
5.5 Difusión molecular en sólidos	345
5.6 Transferencia de masa de estado inestable	351
5.7 Transferencia convectiva de masa	358
5.8 (Tema selecto) Transferencia de masa a suspensiones como los medios de fermentación	371
5.9 (Tema selecto) Difusión molecular más convección y reacción química	373
5.10 (Tema selecto) Difusión de gases en sólidos porosos y capilares	380
5.11 (Tema selecto) Métodos numéricos para difusión molecular de estado inestable	386
 PARTE II	
 OPERACIONES UNITARIAS	 403
 CAPITULO 6 EVAPORACION	 405
6.1 Introducción	405
6.2 Tipos de equipos de evaporación y métodos de operación	407
6.3 Coeficientes totales de transferencia de calor en evaporadores	412
6.4 Métodos de cálculo para evaporadores de efecto simple	413
6.5 (Tema selecto) Métodos de cálculo para evaporadores de efecto múltiple	420
6.6 (Tema selecto) Condensadores para evaporadores	427
6.7 (Tema selecto) Evaporación de materiales biológicos	429
 CAPITULO 7 SECADO DE MATERIALES DE PROCESO	 435
7.1 Introducción y métodos de secado	435
7.2 Equipo para secado	436

	PÁG.
7.3 Presión de vapor del agua y humedad	440
7.4 Contenido de humedad de equilibrio de los materiales	448
7.5 Curvas de velocidad de secado	451
7.6 Métodos de cálculo para el periodo de secado de velocidad constante	457
7.7 Métodos de cálculo para el periodo de secado de velocidad decreciente	462
7.8 (<i>Tema selecto</i>) Transferencia de calor por combinación de convección, radiación y conducción, durante el periodo de velocidad constante	465
7.9 (<i>Tema selecto</i>) Secado por difusión y flujo capilar durante el periodo de velocidad decreciente	467
7.10 (<i>Tema selecto</i>) Ecuaciones para diversos tipos de secadores	472
7.11 (<i>Tema selecto</i>) Secado de materiales biológicos por congelación	482
 CAPITULO 8 PROCESOS DE SEPARACION GAS-LIQUIDO POR ETAPAS Y CONTINUOS	 493
8.1 Tipos de procesos y métodos de separación	493
8.2 Relaciones de equilibrio entre fases	495
8.3 Contacto de equilibrio en etapas simples y múltiples	496
8.4 Transferencia de masa entre fases	503
8.5 Procesos continuos de humidificación	511
8.6 Absorción en torres empacadas y de placas	519
8.7 (<i>Tema selecto</i>) Absorción de mezclas concentradas en torres empacadas	536
8.8 (<i>Tema selecto</i>) Estimación de los coeficientes de transferencia de masa para torres empacadas	541
 CAPITULO 9 PROCESOS DE SEPARACION VAPOR-LIQUIDO	 551
9.1 Relaciones de equilibrio vapor-líquido	551
9.2 Contacto de equilibrio de una sola etapa para un sistema vapor-líquido	554
9.3 Métodos simples de destilación	555
9.4 Destilación con reflujo y método de McCabe-Thiele	561
9.5 Eficiencias de los platos de destilación y absorción	579
9.6 (<i>Tema selecto</i>) Destilación fraccionada con el método de entalpía-concentración	582

	PÁG
CAPITULO 10 PROCESOS DE SEPARACION LIQUIDO-LIQUIDO Y LIQUIDO-SOLIDO POR ETAPAS Y CONTINUOS	599
10.1 Procesos de extracción líquido-líquido de una sola etapa	599
10.2 Equipo para extracción líquido-líquido	605
10.3 Extracción a contracorriente continua en etapas múltiples	608
10.4 Introducción y equipo para lixiviación líquido-sólido	613
10.5 Relaciones de equilibrio y lixiviación en una sola etapa	620
10.6 Lixiviación a contracorriente en etapas múltiples	624
10.7 Introducción y equipo de cristalización	629
10.8 Teoría de la cristalización	636
CAPITULO 11 PROCESOS DE SEPARACION MECANICO-FISICOS	647
11.1 Introducción y clasificación de los procesos de separación mecánico-físicos	647
11.2 Filtración en la separación sólido-líquido	648
11.3 Asentamiento y sedimentación en la separación partículas-fluido	662
11.4 Procesos de separación por centrifugación	675
11.5 Reducción mecánica de tamaño	685
CAPÍTULO 12 PROCESOS DE SEPARACION LIQUIDO-LIQUIDO Y FLUIDO-SOLIDO	697
12.1 Introducción a los procesos de adsorción	697
12.2 Adsorción por lotes	700
12.3 Diseño de adsorción de lecho fijo	702
12.4 Procesos de intercambio iónico	710
CAPITULO 13 PROCESOS DE SEPARACION POR MEMBRANAS	715
13.1 Introducción y tipos de procesos de separación por membranas	715
13.2 Procesos de permeación líquida con membranas o diálisis	716

13.3	Permeación de gases con procesos de membranas	721
13.4	Modelo de mezcla completa para separación de gases por membranas	727
13.5	Modelo de mezcla completa para mezclas de multicomponentes	733
13.6	Modelo de flujo cruzado para separaciones de gases por membranas	736
13.7	Modelo de flujo a contracorriente para separación por membranas	742
13.8	Efectos de las variables de proceso en separación de gases por membranas	745
13.9	Procesos de membrana con ósmosis inversa	748
13.10	Aplicaciones, equipos y modelos para ósmosis inversa	754
13.11	Procesos de ultrafiltración con membranas	759

APENDICE

A.1	Constantes fundamentales y factores de conversión	769
A.2	Propiedades físicas del agua	773
A.3	Propiedades físicas de compuestos inorgánicos y orgánicos	783
A.4	Propiedades físicas de materiales alimenticios y biológicos	807
A.5	Propiedades de tuberías, ductos y tamices	809

NOTACION	813
-----------------	------------

INDICE ALFABETICO	821
--------------------------	------------