

INDICE

Prólogo	9
Lista de símbolos	13
1. Introducción	17
1.1. Transferencia de calor por conducción	18
1.2. Conductividad térmica	22
1.3. Transferencia de calor por convección	26
1.4. Transferencia de calor por radiación	29
1.5. Dimensiones y unidades	30
1.6. Resumen	36
2. Conducción Estado Estacionario - Una Dimensión	41
2.1. Introducción	41
2.2. La placa plana	41
2.3. Aislamiento y valores R	43
2.4. Sistemas radiales – cilindros	44
2.5. El coeficiente global de transferencia de calor	48
2.6. Espesor crítico de aislamiento	50
2.7. Sistemas con fuentes de calor	51
2.8. Cilindro con fuentes de calor	53
2.9. Sistemas con conducción – convección	55
2.10. Aletas	59
2.11. Resistencia térmica de contacto	67
3. Conducción en Estado Estacionario – Dimensiones Múltiples	79
3.1. Introducción	79
3.2. Análisis matemático de la conducción de calor bidimensional	80
3.3. Análisis gráfico	84
3.4. Factor de la forma conducción	86
3.5. Método numérico de análisis	91
3.6. Formulación numérica en términos de elementos de resistencia	101
3.7. Iteración de Gauss – Seidel	103
3.8. Analogía eléctrica para la conducción bidimensional	119
4. Conducción de Estado Transitorio	129
4.1. Introducción	129
4.2. Sistemas de capacidad térmica global	131
4.3. Flujo de calor transitorio en un sólido semiinfinito	137
4.4. Condiciones de frontera de convección	140
4.5. Sistema multidimensionales	152
4.6. Método numérico de capacidad y resistencia térmicas	165
4.7. Formulación de capacidad y resistencia térmicas	165
4.8. Análisis gráfico – La gráfica de Schmidt	179
5. Principios de la Convección	193
5.1. Introducción	193
5.2. Flujo viscoso	193
5.3. Flujo no viscoso	193
5.4. Capa límite laminar en una superficie plana	201
5.5. Ecuación de la energía de la capa límite	209
5.6. La capa límite térmica	212
5.7. La relación entre la fricción en el flujo y la transferencia de calor	221

5.8. Transferencia de calor en la capa límite turbulenta	223
5.9. Espesor de la capa límite turbulenta	231
5.10. Transferencia de calor en flujo laminar en tubos	233
5.11. Flujo turbulento en un tubo	238
5.12. Transferencia de calor en corriente a alta velocidad	241
Capítulo 6. Relaciones Empíricas y Prácticas para Transferencia de Calor por Convección Forzada	253
6.1. Introducción	253
6.2. Relaciones empíricas para corrientes en tuberías y conductos	255
6.3. Flujo alrededor de cilindros y esferas	271
6.4. Flujos a través de bancos de tubos	282
6.5. Transferencia de calor en metales líquidos	286
6.6. Comentarios breves	289
7. Sistemas de Convección Natural	299
7.1. Introducción	299
7.2. Transferencia de calor por convección natural en una placa plana vertical	299
7.3. Relaciones empíricas para convección	308
7.4. Convección libre en planos y cilindros verticales	308
7.5. Convección libre a partir de cilindros horizontales	315
7.6. Convección natural desde placas horizontales	316
7.7. Convección libre a partir de superficies inclinadas	317
7.8. Fluidos no newtonianos	319
7.9. Ecuaciones simplificadas para el aire	320
7.10. Convección libre a partir de esferas	321
7.11. Convección libre en espacios cerrados	321
7.12. Convección libre y forzada combinadas	327
8. Transferencia de Calor por Radiación	341
8.1. Introducción	341
8.2. Mecanismo físico	341
8.3. Propiedades de la radiación	343
8.4. Factor de forma de radiación	352
8.5. Relaciones entre factores de forma	362
8.6. Intercambio de calor entre cuerpos no negros	367
8.7. Planos paralelos infinitos	374
8.8. Protección contra la radiación	375
8.9. Radiación de gases	380
8.10. Red de radiación para medios absorbentes y transmisor	390
8.11. Intercambio de radiación con superficies especulares	397
8.12. Intercambio de radiación con medios transmisiva, reflejante y absorbente	403
8.13. Formulación para la solución numérica	409
8.14. Radiación solar	425
8.15. Propiedades de radiación del ambiente	430
8.16. Efecto de la radiación en la medida de temperatura	436
8.17. El coeficiente de transferencia de calor por radiación	437
9. Transferencia de Calor por Condensación y Ebullición	451
9.1. Introducción	451
9.2. Fenómenos de transferencia de calor por condensación	451

9.3. El número de condensación	456
9.4. Condensación en película en el interior de tubos horizontales	458
9.5. Transferencia de calor por ebullición	460
9.6. Relaciones simplificadas de la transferencia de calor por ebullición con agua	474
9.7. Resumen e información sobre el diseño	475
10. Cambiadores de Calor	483
10.1. Introducción	483
10.2. El coeficiente global de transferencia de calor total	484
10.3. Factores de incrustación	490
10.4. Tipos de cambiadores de calor	490
10.5. La diferencia de temperaturas media logarítmica	494
10.6. Método del NTU	502
10.7. Cambiadores de calor compactos	515
10.8. Análisis con propiedades variables	517
10.9. Consideraciones sobre el diseño de cambiadores de calor	524
11. Transferencia de Masa	533
11.1. Introducción	533
11.2. Ley de difusión Fick	534
11.3. Difusión de gases	535
11.4. Difusión en líquidos y sólidos	541
11.5. El coeficiente de transferencia de masa	541
11.6. Procesos de evaporación en la atmósfera	546
12. Tópicos Especiales en la Transferencia de Calor	553
12.1. Introducción	553
12.2. Transferencia de calor en sistemas de dinámica de magnetofluidos (DMF)	553
12.3. Enfriamiento por transpiración	560
12.4. Transferencia de calor a baja densidad	566
12.5. Ablación	576
12.6. El tubo calefactor	578
Apéndice A. Tablas	587
Apéndice B. Soluciones exactas a ecuaciones de capa límite laminar	605
Índice	613