

Contenido

Prefacio	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 en Estado Estacionario — Una Dimensión	41
2-1 Introducción	41
2-2 La pared plana	41
2-3 Aislamiento y valores R	43
2-4 Sistemas radiales-cilindros	44
2-5 El coeficiente de transferencia de calor total	48
2-6 Espesor crítico del aislante	50
2-7 Sistemas con fuentes de calor	51
2-8 Cilindro con fuentes de calor	53
2-9 Sistemas de 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

6 Contenido

3-4	El factor de forma de conducción	86
3-5	Método numérico de análisis	91
3-6	Formulación numérica en términos de elementos de resistencia	101
3-7	Iteración Gauss-Seidel	103
3-8	Analogía eléctrica para conducción bidimensional	119
4	Conducción en Estado Transitorio	129
4-1	Introducción	129
4-2	Sistema de capacidad calorífica global	131
4-3	Flujo de calor transiente en un sólido semiinfinito	137
4-4	Condiciones de frontera de convección	140
4-5	Sistemas multidimensionales	152
4-6	Método numérico transiente	157
4-7	Formulación de capacidad y resistencia térmicas	165
4-8	Análisis gráfico — La gráfica de Schmidt	179
5	Principios de Convección	193
5-1	Introducción	193
5-2	Flujo viscoso	193
5-3	Flujo no viscoso	197
5-4	Capa límite laminar en una placa plana	201
5-5	Ecuación de energía de la capa límite	209
5-6	La capa límite térmica	212
5-7	La relación entre fricción del fluido y transferencia de calor	221
5-8	Transferencia de calor en capa límite turbulenta	223
5-9	Espesor de la capa límite turbulenta	231
5-10	Transferencia de calor de flujo laminar en tubos	233
5-11	Flujo turbulento en un tubo	238
5-12	Transferencia de calor en flujo a alta velocidad	241
6	Relaciones Empíricas y Prácticas para Transferencia de Calor por Convección Forzada	253
6-1	Introducción	253
6-2	Relaciones empíricas para flujo en tuberías y conductos	255
6-3	Flujo a través de cilindros y esferas	271
6-4	Flujo 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 libre en una placa plana vertical ...	299
7-3	Relaciones empíricas para convección libre	308
7-4	Convección libre en planos y cilindros verticales	308

7-5	Convección libre a partir de cilindros horizontales	315
7-6	Convección libre a partir de placas horizontales	316
7-7	Convección libre a partir de superficies inclinadas	317
7-8	Fluidos no newtonianos	319
7-9	Ecuaciones simplificadas para 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 radiación	343
8-4	Factor de forma de la radiación	352
8-5	Relaciones entre factores de forma	362
8-6	Intercambio de calor entre cuerpos que no son negros	367
8-7	Planos paralelos infinitos	374
8-8	Protección contra la radiación	375
8-9	Radiación en gases	380
8-10	Red de radiación para un medio absorbente y transmisor	390
8-11	Intercambio de radiación con superficies especulares	397
8-12	Intercambio de radiación con medios transmisivo, reflejante y absorbente	403
8-13	Formulación para una solución numérica	409
8-14	Radiación solar	425
8-15	Propiedades de radiación del medio ambiente	430
8-16	Efecto de la radiación sobre la medición 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 por película dentro de tubos horizontales	458
9-5	Transferencia de calor por ebullición	460
9-6	Relaciones simplificadas para transferencia de calor por ebullición con agua	474
9-7	Resumen e información del diseño	475
10	Cambiadores de Calor	483
10-1	Introducción	483
10-2	El coeficiente 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 temperatura media logarítmica	494
10-6	Métodos de eficacia NUT	502

8 Contenido

10-7	Cambiadores de calor compactos	515
10-8	Análisis para propiedades variables	517
10-9	Consideraciones de diseño de cambiadores de calor	524
11	Transferencia de Masa	533
11-1	Introducción	533
11-2	Ley de difusión de Fick	534
11-3	Difusión en 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
	Indice	613