

## INDICE GENERAL

Prólogo . . . . .	5
Introducción . . . . .	11
Lista de símbolos . . . . .	13

### PRIMERA PARTE CONDUCCION

<b>Capítulo 1. Conceptos básicos de conducción . . . . .</b>	<b>19</b>
1-1. Campo de temperaturas . . . . .	19
1-2. Gradiente de temperatura . . . . .	20
1-3. Flujo de calor. Ley de Fourier . . . . .	22
1-4. Conductividad térmica. . . . .	24
1-5. Ecuación diferencial de la conducción . . . . .	31
1-6. Condiciones de unicidad en la conducción de calor . . . . .	35
<b>Capítulo 2. Conducción en estado estacionario . . . . .</b>	<b>40</b>
2-1. Transmisión de calor a través de una pared plana ( $q_v = 0$ ) . . . . .	40
2-2. Transmisión de calor a través de una pared cilíndrica . . . . .	52
2-3. Diámetro crítico de una pared cilíndrica . . . . .	62
2-4. Transmisión de calor a través de una pared esférica . . . . .	64
2-5. Intensificación de la transmisión de calor . . . . .	66
2-6. Transmisión de calor a través de una barra de sección transversal constante . . . . .	68
2-7. Transmisión del calor a través de una pared plana con aletas . . . . .	74
2-8. Transmisión del calor a través de aletas circulares de espesor constante . . . . .	77
2-9. Conducción a través de una aleta recta de espesor variable . . . . .	80
2-10. Conducción a través de una placa homogénea semifinita . . . . .	84
2-11. Enfriamiento de una placa plana porosa . . . . .	87
2-12. Conducción con fuentes internas de calor. . . . .	91
<b>Capítulo 3. Conducción transitoria . . . . .</b>	<b>103</b>
3-1. Descripción analítica del proceso . . . . .	104
3-2. Enfriamiento (o calentamiento) de una placa . . . . .	105
3-3. Determinación de la cantidad de calor $Q$ emitido por una placa durante el enfriamiento . . . . .	119
3-4. Enfriamiento de un cilindro infinito . . . . .	120
3-5. Cálculo de la cantidad de calor extraída de un cilindro durante el enfriamiento . . . . .	124
3-6. Enfriamiento de una esfera . . . . .	127

3-7. Enfriamiento (calentamiento) de cuerpos finitos . . . . .	131
3-8. Relación entre el enfriamiento (calentamiento) y la forma y tamaño de los cuerpos . . . . .	135
3-9. Enfriamiento (calentamiento) regular de los cuerpos . . . . .	136
3-10. Métodos de cálculo aproximado de la transmisión de calor por conducción . . . . .	144
3-11. Investigación de los procesos de conducción por métodos analógicos . . . . .	155

## SEGUNDA PARTE

## TRANSMISION DE CALOR POR CONVECCION EN MEDIOS DE UNA SOLA FASE

<b>Capítulo 4. Fundamentos de la convección . . . . .</b>	<b>165</b>
4-1. Definiciones y conceptos básicos . . . . .	165
4-2. Propiedades físicas de los fluidos . . . . .	167
4-3. Fundamentos de hidrodinámica . . . . .	170
4-4. Ecuaciones diferenciales de la convección . . . . .	174
<b>Capítulo 5. Semejanza y simulación en la transmisión de calor por convección . . . . .</b>	<b>186</b>
5-1. Forma adimensional de las ecuaciones diferenciales de la convección y de las condiciones de unicidad . . . . .	187
5-2. Parámetros y ecuaciones adimensionales de semejanza . . . . .	190
5-3. Condiciones de semejanza en los procesos físicos . . . . .	197
5-4. Corolarios de la teoría de semejanza . . . . .	201
5-5. Métodos de análisis dimensional . . . . .	203
5-6. Simulación de procesos de transmisión de calor por convección . . . . .	207
<b>Capítulo 6. Tratamiento y generalización de los datos experimentales . . . . .</b>	<b>213</b>
6-1. Métodos experimentales para determinar los coeficientes de transmisión superficial del calor . . . . .	213
6-2. Coeficientes medios de transmisión superficial del calor . . . . .	215
6-3. Temperatura media del fluido en una sección transversal . . . . .	217
6-4. Temperatura media del fluido y caída de temperatura en un tubo . . . . .	219
6-5. Obtención de ecuaciones adimensionales empíricas . . . . .	224
<b>Capítulo 7. Transmisión de calor en una placa plana con flujo forzado longitudinal . . . . .</b>	<b>227</b>
7-1. Modelo de flujo sobre una superficie . . . . .	227
7-2. Ecuación de flujo de calor para la capa límite . . . . .	229
7-3. Transmisión de calor en la capa límite laminar . . . . .	231
7-4. Transmisión de calor en una capa límite turbulenta . . . . .	243
<b>Capítulo 8. Transmisión del calor en tubos con fluidos en flujo forzado . . . . .</b>	<b>252</b>
8-1. Características del flujo y de la transmisión de calor en tubos . . . . .	252
8-2. Cálculo analítico de la transmisión del calor en un tubo con flujo estabilizado . . . . .	260
8-3. Transmisión del calor en flujo fluido a través de tubos lisos circulares . . . . .	264
8-4. Transmisión del calor en un flujo fluido a través de conductos no circulares y tubos rugosos curvos . . . . .	274

<b>Capítulo 9. Transmisión del calor en tubos y en haces de tubos con flujo forzado transversal . . . . .</b>	<b>280</b>
9-1. Transmisión del calor en un tubo con flujo transversal . . . . .	280
9-2. Transmisión del calor en haces de tubos con flujo transversal . . . . .	286
<b>Capítulo 10. Transmisión de calor por convección libre . . . . .</b>	<b>294</b>
10-1. Transmisión de calor por convección libre en un volumen de fluido . . . . .	294
10-2. Transmisión de calor por convección libre en un volumen limitado . . . . .	304
<b>Capítulo 11. Problemas especiales de transmisión del calor por convección en medios de una sola fase . . . . .</b>	<b>308</b>
11-1. Transmisión del calor en gases a altas velocidades . . . . .	308
11-2. Transmisión de calor en metales líquidos . . . . .	320
11-3. Transmisión de calor en fluidos con fuentes internas de calor . . . . .	327
11-4. Transmisión de calor en una sustancia en el estado supercrítico . . . . .	332
11-5. Transmisión de calor en gases enrarecidos . . . . .	334

TERCERA PARTE

TRANSFERENCIA DE MASA Y DE CALOR EN PROCESOS  
DE CONDENSACION Y EVAPORACION

<b>Capítulo 12. Transmisión de calor en la condensación de vapores puros . . . . .</b>	<b>345</b>
12-1. Fundamentos de la transmisión de calor en la condensación de vapor puro . . . . .	345
12-2. Condensación en película de vapor estancado . . . . .	356
12-3. Condensación pelicular de vapor fluyendo en tubos . . . . .	369
12-4. Condensación en película de vapor en movimiento sobre un tubo horizontal y sobre haces de tubos . . . . .	375
12-5. Transmisión de calor en la condensación en gotas de vapor . . . . .	378
12-6. Problemas especiales de transmisión de calor en la condensación de vapores . . . . .	384
<b>Capítulo 13. Transmisión de calor en la ebullición de líquidos puros . . . . .</b>	<b>387</b>
13-1. Mecanismo de la transmisión de calor en líquidos de ebullición nucleada . . . . .	387
13-2. Estructura del flujo en evaporadores de circulación natural . . . . .	400
13-3. Estructura del flujo bifásico y transmisión de calor en la ebullición de líquido . . . . .	403
13-4. Transmisión de calor en un líquido en ebullición nucleada . . . . .	411
13-5. Mecanismo de la transmisión de calor en la ebullición pelicular . . . . .	416
13-6. Transmisión de calor a través de películas de vapor en flujo laminar . . . . .	417
13-7. Transmisión de calor a través de películas de vapor en flujo turbulento . . . . .	421
13-8. Primera y segunda crisis de ebullición (puntos de quemado) . . . . .	422
<b>Capítulo 14. Transferencia de masa y calor en sistemas de dos componentes . . . . .</b>	<b>431</b>
14-1. Fundamentos de transmisión del calor y de masa . . . . .	431
14-2. Ecuaciones diferenciales de la transferencia de masa y calor . . . . .	436
14-3. Transferencia de masa y calor . . . . .	442
14-4. Analogía triple . . . . .	448

14-5. Transferencia de masa y de calor en la evaporación de un líquido en el interior de un medio vapor-gas . . . . .	450
14-6. Transferencia de masa y calor con vapor condensado desde un medio vapor-gas . . . . .	457

CUARTA PARTE  
RADIACION TERMICA

<b>Capítulo 15. Conceptos básicos y leyes de la radiación térmica . . . . .</b>	<b>462</b>
15-1. Descripción del proceso . . . . .	462
15-2. Clases de flujos de radiación . . . . .	464
15-3. Leyes de la radiación térmica . . . . .	469
<b>Capítulo 16. Intercambio de energía radiante entre sólidos separados por un medio transparente diatérmico . . . . .</b>	<b>479</b>
16-1. Métodos de investigación de los procesos de intercambio de energía radiante . . . . .	479
16-2. Intercambio de energía radiante en un sistema de cuerpos con superficies paralelas planas . . . . .	480
16-3. Constantes de radiación de sólidos y su determinación . . . . .	485
16-4. Intercambio de energía radiante entre un sólido y una envoltura . . . . .	489
16-5. Intercambio de energía radiante entre dos cuerpos arbitrariamente situados . . . . .	493
16-6. Propiedades geométricas de los flujos radiantes . . . . .	497
16-7. Intercambio de energía radiante en un recinto que contiene cuerpos negros y grises . . . . .	498
16-8. Intercambio de energía radiante con superficies reflectantes . . . . .	499
16-9. Determinación de los factores de visión . . . . .	502
<b>Capítulo 17. Radiación de gases y vapores . . . . .</b>	<b>512</b>
17-1. Propiedades de la radiación de gases y vapores . . . . .	512
17-2. Ecuaciones del transporte de energía radiante . . . . .	516
17-3. Intercambio de energía radiante entre un gas y una cavidad . . . . .	520
17-4. Procesos complejos de transmisión del calor . . . . .	523

QUINTA PARTE  
INTERCAMBIADORES DE CALOR

<b>Capítulo 18. Cálculo de los intercambiadores de calor . . . . .</b>	<b>526</b>
18-1. Clasificación . . . . .	526
18-2. Conceptos básicos y ecuaciones de cálculo . . . . .	527
18-3. Diferencia de temperatura media . . . . .	532
18-4. Temperatura de salida del fluido de trabajo . . . . .	536
18-5. Cálculo de la temperatura de la superficie calefactora . . . . .	542
18-6. Cálculo de regeneradores . . . . .	544
<b>Capítulo 19. Proyecto hidromecánico de los intercambiadores de calor . . . . .</b>	<b>550</b>
19-1. Objeto del proyecto hidrodinámico . . . . .	550
19-2. Caída de presión a través de los elementos de un intercambiador de calor . . . . .	550
19-3. Potencia necesaria para mantener el flujo fluido . . . . .	557
<b>Índice alfabético . . . . .</b>	<b>559</b>