

CONTENIDO

PRÓLOGO	5
PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN	7
CAPÍTULO 1 CONCEPTOS Y DEFINICIONES	
1.1 Fluidos y el principio de continuidad	21
1.2 Propiedades en un punto	22
1.3 Variación punto a punto de las propiedades en un fluido	27
1.4 Unidades	31
CAPÍTULO 2 ESTÁTICA DE FLUIDOS	
2.1 Variación de presión en un fluido estático	36
2.2 Aceleración rectilínea uniforme	40
2.3 Fuerzas sobre superficies sumergidas	41
2.4 Flotación	46
2.5 Conclusiones	48
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DE UN FLUIDO EN MOVIMIENTO	
3.1 Leyes fundamentales de la física	55
3.2 Campos de flujo de fluidos: Representaciones lagrangiana y euleriana	56
3.3 Flujos en estado estacionario y en estado transitorio	57
3.4 Líneas de corriente	58
3.5 Sistemas y volúmenes de control	59

CAPÍTULO 4 CONSERVACIÓN DE LA MASA: CRITERIO DEL VOLUMEN DE CONTROL

4.1	Relación integral	62
4.2	Formas específicas de la expresión integral	64
4.3	Conclusiones	69

CAPÍTULO 5 SEGUNDA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO: CRITERIO DEL VOLUMEN DE CONTROL

5.1	Relación integral para el momento lineal	73
5.2	Aplicaciones de la expresión integral para el momento lineal	78
5.3	Relación integral para el impulso	86
5.4	Aplicaciones a bombas y turbinas	88
5.5	Conclusiones	94

CAPÍTULO 6 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: CRITERIO DEL VOLUMEN DE CONTROL

6.1	Relación integral para la conservación de la energía	104
6.2	Aplicaciones de la expresión integral	112
6.3	La ecuación de Bernoulli	117
6.4	Conclusiones	122

CAPÍTULO 7 ESFUERZO CORTANTE EN FLUJO LAMINAR

7.1	Relación de viscosidad de Newton	131
7.2	Fluidos no newtonianos	133
7.3	Viscosidad	134
7.4	Esfuerzo cortante en flujos laminares multidimensionales de un fluido newtoniano	139
7.5	Conclusiones	144

CAPÍTULO 8 ANÁLISIS DE UN ELEMENTO DIFERENCIAL DEL FLUIDO EN FLUJO LAMINAR

8.1	Flujo laminar totalmente desarrollado en un conducto circular de sección transversal constante	149
8.2	Flujo laminar de un fluido newtoniano descendiendo por una superficie plana inclinada	153
8.2	Conclusiones	155

CAPÍTULO 9 ECUACIONES DIFERENCIALES DE FLUJO DE FLUIDOS

9.1	La ecuación diferencial de continuidad	159
9.2	Ecuaciones de Navier-Stokes	163
9.3	Ecuación de Bernoulli	173
9.4	Conclusiones	175

CAPÍTULO 10 FLUJO DE FLUIDOS NO VISCOSOS

10.1	Rotación de un fluido en un punto	179
10.2	La función de corriente	181
10.3	Flujo no viscoso e irrotacional alrededor de un cilindro infinito	183
10.4	Flujo irrotacional. El potencial de velocidad	186
10.5	Carga de presión total en un flujo irrotacional	188
10.6	Utilización del flujo potencial	189
10.7	Conclusiones	191

CAPÍTULO 11 ANÁLISIS DIMENSIONAL

11.1	Dimensiones	194
11.2	Similitud geométrica y cinemática	195
11.3	Análisis dimensional de la ecuación de Navier-Stokes	196
11.4	El método de Buckingham	198
11.5	Teoría de modelos	202
11.6	Conclusiones	204

CAPÍTULO 12 FLUJO VISCOSO

12.1	Experimento de Reynolds	210
12.2	Arrastre	212
12.3	El concepto de capa límite	215
12.4	Ecuaciones de la capa límite	218
12.5	Solución de Blasius para la capa límite laminar sobre una capa plana	219
12.6	Flujo con un gradiente de presión	225
12.7	Análisis integral del momento de von Kármán	227
12.8	Conclusiones	233

CAPÍTULO 13 EFECTO DE LA TURBULENCIA SOBRE LA TRANSFERENCIA DE MOMENTO

13.1	Descripción de turbulencia	237
------	----------------------------	-----

13.2	Esfuerzos cortantes turbulentos	239
13.3	Hipótesis de la longitud de mezclado	242
13.4	Distribución de velocidad a partir de la teoría de la longitud de mezclado	244
13.5	Distribución de velocidad universal	245
13.6	Otras relaciones empíricas para el flujo turbulento	247
13.7	La capa límite de flujo turbulento sobre una placa plana	248
13.8	Factores que influyen en la transición de flujo laminar a turbulento	251
13.9	Conclusiones	252

CAPÍTULO 14 FLUJO EN CONDUCTOS CERRADOS

14.1	Análisis dimensional del flujo en conductos	255
14.2	Factores de fricción para flujos laminar, turbulento y de transición plenos en conductos circulares	258
14.3	Factor de fricción y determinación de la pérdida de carga para un flujo en tuberías	262
14.4	Análisis del flujo en tuberías	266
14.5	Factores de fricción para el flujo en la entrada de un conducto circular	271
14.6	Conclusiones	274

CAPÍTULO 15 FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

15.1	Conducción	280
15.2	Conductividad térmica	281
15.3	Convección	288
15.4	Radiación	290
15.5	Mecanismos combinados de transferencia de calor	291
15.6	Conclusiones	297

CAPÍTULO 16 ECUACIONES DIFERENCIALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

16.1	Las ecuaciones diferenciales generales para la transferencia de energía	304
16.2	Formas especiales de la ecuación diferencial de energía	308
16.3	Condiciones de frontera que comúnmente se encuentran	310
16.4	Conclusiones	311

CAPÍTULO 17 CONDUCCIÓN EN ESTADO ESTACIONARIO

17.1	Conducción unidimensional	314
17.2	Conducción unidimensional con generación interna de energía	324
17.3	Transferencia de calor a partir de superficies agrandadas	329
17.4	Sistemas bidimensionales y tridimensionales	338
17.5	Conclusiones	353

CAPÍTULO 18 CONDUCCIÓN EN ESTADO TRANSITORIO

18.1	Soluciones analíticas	364
18.2	Gráficas de temperatura-tiempo para formas geométricas simples	376
18.3	Métodos numéricos para el análisis de la conducción en estado transitorio	380
18.4	Método integral para la conducción en estado transitorio	384
18.5	Conclusiones	391

CAPÍTULO 19 TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

19.1	Consideraciones fundamentales en la transferencia de calor por convección	397
19.2	Parámetros significativos en la transferencia de calor por convección	398
19.3	Análisis dimensional de transferencia de energía por convección	400
19.4	Análisis exacto de la capa límite laminar	405
19.5	Análisis integral aproximado de la capa límite térmica	409
19.6	Analogías entre las transferencia de energía y de momento	412
19.7	Consideraciones sobre el flujo turbulento	415
19.8	Conclusiones	423

CAPÍTULO 20 CORRELACIONES EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

20.1	Convección natural	430
------	--------------------	-----

20.2	Convección forzada para flujo interno	441
20.3	Convección forzada para flujo externo	448
20.4	Conclusiones	457

CAPÍTULO 21 EBULLICIÓN Y CONDENSACIÓN

21.1	Ebullición	463
21.2	Condensación	470
21.3	Conclusiones	478

CAPÍTULO 22 EQUIPO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR

22.1	Tipos de intercambiadores de calor	484
22.2	Análisis de un intercambiador de calor de un solo paso: La media logarítmica de la diferencia de temperaturas	487
22.3	Análisis de los intercambiadores de calor de flujo cruzado, coraza y tubos	493
22.4	Análisis y diseño de intercambiadores de calor por el método del número de unidades de transferencia (NUT)	497
22.5	Consideraciones adicionales en el diseño de intercambiadores de calor	506
22.6	Conclusiones	508

CAPÍTULO 23 TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN

23.1	Naturaleza de la radiación	513
23.2	Radiación térmica	515
23.3	La intensidad de la radiación	517
23.4	Ley de Planck de la radiación	519
23.5	Ley de Stefan-Boltzmann	523
23.6	Emisividad y absorbencia de las superficies sólidas	523
23.7	Transferencia de calor radiante entre cuerpos negros	530
23.8	Intercambio radiante en entornos negros cerrados	539
23.9	Intercambio radiante con presencia de superficies rerradiantes	541
23.10	Transferencia de calor radiante entre superficies grises	542
23.11	Radiación a partir de gases	547
23.12	El coeficiente de transferencia de calor por radiación	552

Contenido	17
23.13 Conclusiones	554
CAPÍTULO 24 FUNDAMENTOS DE LA TRANSFERENCIA DE MASA	
24.1 Transferencia de masa molecular	561
24.2 El coeficiente de difusión	574
24.3 Transferencia de masa por convección	594
24.4 Conclusiones	595
CAPÍTULO 25 ECUACIONES DIFERENCIALES DE LA TRANSFERENCIA DE MASA	
25.1 La ecuación diferencial para la transferencia de masa	602
25.2 Formas especiales de la ecuación diferencial de transferencia de masa	607
25.3 Condiciones de frontera que se encuentran comúnmente	610
25.4 Conclusiones	613
CAPÍTULO 26 DIFUSIÓN MOLECULAR EN ESTADO ESTACIONARIO	
26.1 Transferencia de masa unidimensional, independiente de la reacción química	621
26.2 Sistemas unidimensionales asociados con la reacción química	636
26.3 Sistemas bidimensionales y tridimensionales	646
26.4 Transferencia simultánea de momento, calor y masa	653
26.5 Conclusiones	664
CAPÍTULO 27 DIFUSIÓN MOLECULAR EN EL ESTADO TRANSITORIO	
27.1 Soluciones analíticas	677
27.2 Gráficas de concentración-tiempo para formas geométricas simples	682
27.3 Métodos numéricos para el análisis de transferencia de masa transitoria	686
27.4 Conclusiones	690
CAPÍTULO 28 TRANSFERENCIA DE MASA POR CONVECCIÓN	
28.1 Consideraciones fundamentales en la transferencia de masa por convección	698

28.2	Parámetros significativos en la transferencia de masa por convección	699
28.3	Análisis dimensional de la transferencia de masa por convección	701
28.4	Análisis exacto de la capa límite de concentración laminar	705
28.5	Análisis aproximado de la capa límite de concentración	714
28.6	Analogías entre transferencia de masa, energía y momento	717
28.7	Modelos para los coeficientes de transferencia de masa por convección	728
28.8	Conclusiones	732

CAPÍTULO 29 TRANSFERENCIA DE MASA EN LA INTERFASE

29.1	Equilibrio	744
29.2	Teoría de las dos resistencias	749
29.3	Conclusiones	758

CAPÍTULO 30 CORRELACIONES EN LA TRANSFERENCIA DE MASA POR CONVECCIÓN

30.1	Transferencia de masa en placas, esferas y cilindros	766
30.2	Transferencia de masa en presencia de flujo turbulento en tuberías	774
30.3	Transferencia de masa en columnas de pared mojada	775
30.4	Transferencia de masa en lechos empacados y fluidizados	778
30.5	Transferencia de masa con reacción química	780
30.6	Coefficientes de capacidad para torres industriales	780
30.7	Conclusiones	782

CAPÍTULO 31 EQUIPO PARA TRANSFERENCIA DE MASA

31.1	Tipos de equipo para transferencia de masa	790
31.2	Tanques o estanques para transferencia de masa por lotes	793
31.3	Balances de masa para torres de contacto continuo: Ecuaciones de la línea de operación	796
31.4	Balances de entalpía para torres de contacto continuo	807

Contenido	19
31.5 Coeficientes de capacidad de transferencia de masa	809
31.6 Análisis de equipo de contacto continuo	810
31.7 Conclusiones	827
NOMENCLATURA	839
APÉNDICES	
A Transformaciones de los operadores ∇ y ∇^2 a coordenadas cilíndricas	848
B Resumen de las operaciones diferenciales con vectores en diversos sistemas de coordenadas	852
C Simetría del tensor de esfuerzo	855
D La contribución viscosa al esfuerzo normal	857
E Ecuaciones de Navier-Stokes para ρ y μ constantes en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas	859
F Tablas para la resolución de problemas de transporte en estado transitorio	861
G Propiedades de la atmósfera estándar	874
H Propiedades físicas de los sólidos	877
I Propiedades físicas de gases y líquidos	880
J Coeficientes de difusión de transferencia de masa en sistemas binarios	907
K Constantes de Lennard-Jones	911
L La función error	914
M Dimensiones estándar de tuberías	915
N Calibres estándar de tuberías	917
ÍNDICE DE AUTORES	919
ÍNDICE DE MATERIAS	923