

Contenido

Prefacio xi

Factores de conversión de unidades BG al SI xiv

Tabla de ecuaciones xvi

Capítulo 1

Introducción 3

- 1.1. Notas preliminares 3
- 1.2. Historia y perspectiva de la Mecánica de Fluidos 4
- 1.3. Técnicas de resolución de problemas 5
- 1.4. Concepto de fluido 6
- 1.5. El fluido como medio continuo 8
- 1.6. Dimensiones y unidades 9
- 1.7. Propiedades del campo de velocidad 17
- 1.8. Propiedades termodinámicas de un fluido 18
- 1.9. Viscosidad y otras propiedades secundarias 25
- 1.10. Técnicas básicas de análisis de los flujos 40
- 1.11. Patrones de flujo: líneas de corriente, sendas y líneas de traza 40
- 1.12. El resolvidor de ecuaciones de ingeniería 45
- 1.13. Incertidumbre de los datos experimentales 46
- 1.14. El Examen de Fundamentos de Ingeniería (FE) 47
 - Problemas 48
 - Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 56
 - Problemas extensos 57
 - Referencias 60

Capítulo 2

Distribución de presiones en un fluido 63

- 2.1. Presión y gradiente de presión 63
- 2.2. Equilibrio de una partícula fluida 65
- 2.3. Distribución de presiones en hidrostática 66

- 2.4. Aplicación a la medida de presiones 73
- 2.5. Fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas 76
- 2.6. Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas 84
- 2.7. Fuerzas hidrostáticas en fluidos estratificados 87
- 2.8. Flotación y estabilidad 89
- 2.9. Distribución de presiones en movimiento como sólido rígido 95
- 2.10. Medida de la presión 103
 - Resumen 107
 - Problemas 107
 - Problemas conceptuales 130
 - Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 130
 - Problemas extensos 131
 - Proyectos de diseño 133
 - Referencias 134

Capítulo 3

Relaciones integrales para un volumen de control 137

- 3.1. Leyes básicas de la Mecánica de Fluidos 137
- 3.2. Teorema del transporte de Reynolds 141
- 3.3. Conservación de la masa 148
- 3.4. Conservación de la cantidad de movimiento 153
- 3.5. Teorema del momento cinético 167
- 3.6. Ecuación de la energía 172
- 3.7. Flujo sin fricción: la ecuación de Bernoulli 183
 - Resumen 192
 - Problemas 193
 - Problemas conceptuales 220
 - Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 221
 - Problemas extensos 222
 - Proyectos de diseño 223
 - Referencias 223

Capítulo 4

- Relaciones diferenciales para una partícula fluida 225
- 4.1. El campo de aceleraciones de un fluido 226
 - 4.2. La ecuación diferencial de conservación de la masa 227
 - 4.3. La ecuación de la cantidad de movimiento en forma diferencial 234
 - 4.4. La ecuación diferencial del momento cinético 240
 - 4.5. La ecuación diferencial de la energía 242
 - 4.6. Condiciones de contorno para las ecuaciones básicas 244
 - 4.7. La función de corriente 249
 - 4.8. Vorticidad e irrotacionalidad 257
 - 4.9. Flujos irrotacionales no viscosos 259
 - 4.10. Algunos flujos viscosos incompresibles ilustrativos 264
- Resumen 271
Problemas 273
Problemas conceptuales 283
Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 284
Problemas extensos 284
Referencias 285

Capítulo 5

- Análisis dimensional y semejanza 287
- 5.1. Introducción 287
 - 5.2. El principio de homogeneidad dimensional 290
 - 5.3. El teorema pi 296
 - 5.4. Adimensionalización de las ecuaciones básicas 306
 - 5.5. La modelización y sus dificultades 315
- Resumen 327
Problemas 327
Problemas conceptuales 336
Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 336
Problemas extensos 337
Proyectos de diseño 338
Referencias 339

Capítulo 6

- Flujo viscoso en conductos 341
- 6.1. Regímenes en función del número de Reynolds 341
 - 6.2. Flujos internos y flujos externos 346
 - 6.3. Pérdida de carga; el coeficiente de fricción 349

- 6.4. Flujo laminar completamente desarrollado en conductos circulares 351
 - 6.5. Modelización de la turbulencia 353
 - 6.6. Flujo turbulento en conductos circulares 359
 - 6.7. Cuatro tipos de problemas sobre flujo en tubos 367
 - 6.8. Flujo en conductos no circulares 373
 - 6.9. Pérdidas localizadas en sistemas de tuberías 382
 - 6.10. Sistemas de tuberías 391
 - 6.11. Experimentación de flujos en conductos: actuaciones de un difusor 397
 - 6.12. Medidores en fluidos 402
- Resumen 423
Problemas 424
Problemas conceptuales 442
Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 443
Problemas extensos 443
Proyectos de diseño 445
Referencias 446

Capítulo 7

- Flujo alrededor de cuerpos 449
- 7.1. Efectos geométricos y del número de Reynolds 449
 - 7.2. Métodos integrales en la teoría de la capa límite 453
 - 7.3. Las ecuaciones de la capa límite 456
 - 7.4. Capa límite sobre una placa plana 459
 - 7.5. Capa límite con gradiente de presión 468
 - 7.6. Experimentación en flujos externos 474
- Resumen 501
Problemas 501
Problemas conceptuales 515
Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 515
Problemas extensos 516
Proyectos de diseño 517
Referencias 517

Capítulo 8

- Flujo potencial y Mecánica de Fluidos Computacional 521
- 8.1. Introducción y repaso 521
 - 8.2. Soluciones elementales en flujos planos 524
 - 8.3. Superposición de soluciones de flujos planos 531
 - 8.4. Flujos planos alrededor de cuerpos cerrados 537
 - 8.5. Otros flujos potenciales planos 547

- 8.6. Imágenes 551
- 8.7. Teoría de perfiles 554
- 8.8. Flujo potencial axilsimétrico 566
- 8.9. Análisis numérico 571
 - Resumen 585
 - Problemas 586
 - Problemas conceptuales 596
 - Problemas extensos 597
 - Proyectos de diseño 598
 - Referencias 598

Capítulo 9

Flujo compresible 601

- 9.1. Introducción: repaso de termodinámica 601
- 9.2. La velocidad del sonido 606
- 9.3. Flujo estacionario adiabático e isoentrópico 608
- 9.4. Flujo isoentrópico con cambios de área 614
- 9.5. La onda de choque normal 621
- 9.6. Operación de toberas convergentes y divergentes 629
- 9.7. Flujo compresible en conductos con fricción 634
- 9.8. Flujo en conductos sin fricción y con adición de calor 646
- 9.9. Flujo supersónico bidimensional 651
- 9.10. Ondas de expansión de Prandtl-Meyer 661
 - Resumen 673
 - Problemas 674
 - Problemas conceptuales 687
 - Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 688
 - Problemas extensos 688
 - Proyectos de diseño 690
 - Referencias 690

Capítulo 10

Flujo en canales abiertos 693

- 10.1. Introducción 693
- 10.2. Flujo uniforme: la fórmula de Chézy 699
- 10.3. Canales eficientes para flujo uniforme 704
- 10.4. Energía específica: profundidad crítica 706
- 10.5. El resalto hidráulico 713

- 10.6. Flujo gradualmente variado 718
- 10.7. Control y medida de caudales mediante vertederos 726
 - Resumen 733
 - Problemas 733
 - Problemas conceptuales 745
 - Problemas del examen de fundamentos de ingeniería 746
 - Problemas extensos 746
 - Proyectos de diseño 748
 - Referencias 748

Capítulo 11

Turbomáquinas 750

- 11.1. Introducción y clasificación 751
- 11.2. La bomba radial 754
- 11.3. Curvas características de bombas y reglas de semejanza 760
- 11.4. Bombas diagonales y axiales: la velocidad específica 770
- 11.5. Acoplamiento de bombas a una red 777
- 11.6. Turbinas 784
 - Resumen 798
 - Problemas 798
 - Problemas conceptuales 809
 - Problemas extensos 810
 - Proyectos de diseño 812
 - Referencias 812

Apéndice A Propiedades físicas de los fluidos 814

Apéndice B Tablas de flujo compresible 819

Apéndice C Factores de conversión 828

Apéndice D Ecuaciones de movimiento en coordenadas cilíndricas 830

Apéndice E Introducción al EES 832

Índice 851