

## INDICE

Prefacio	Xiii
<b>Capítulo 1. Introduccion</b>	<b>1</b>
1.1. Naturaleza de los fluidos	3
1.2. Esfuerzos en los fluidos	5
1.3. Presión	6
1.3.1. Presión: dirección de la acción	7
1.3.2. Fuerzas debidas a la presión	8
1.3.3. La presión e isotrópica	9
1.3.4. Esfuerzos globales y presión del fluido	10
1.3.5. Densidad y gravedad especifica	12
1.3.6. Ley de gas ideal	13
1.3.7. Compresibilidad en los fluidos	14
1.3.8. Presión: su transmisión a través de un fluido	16
1.3.9. Prensas y elevadores hidráulicos	17
1.4. Esfuerzos viscosos	22
1.4.1. Esfuerzos viscosos cortantes	23
1.4.2. Consideraciones sobre energías y trabajo	24
1.4.3. Esfuerzos viscosos normales	25
1.4.4. Viscosidad	26
1.5. Mediciones de viscosidad	27
1.6. Capas limite	29
1.7. Flujos laminar y turbulento	32
1.8. **Tensión superficial	33
1.8.1. Gotas y burbujas	34
1.8.2. Formación de meniscos	35
1.8.3. Capilaridad	36
1.9. Unidades y dimensiones	37
Problemas	39
<b>Capítulo 2. Estática de Fluidos</b>	<b>43</b>
2.1. La ecuación de la hidrostática	43
2.2. Presión manométrica y presión absoluta	45
2.3. Aplicaciones de la ecuación hidrostática	47
2.3.1. Variación de la presión con la altura y la profundidad	47
2.3.2. Manómetro	49
2.3.3. Barómetros	50
2.4. Paredes verticales de anchura constante	53
2.4.1. Solución mediante presiones absolutas	54
2.4.2. Solución mediante presiones manométricas	54
2.4.3. Balance del momento	55
2.4.4. ¿Presión manométrica o presión absoluta?	56
2.5. Paredes inclinadas con anchura constante	62
2.5.1. Fuerza horizontal	63
2.5.2. Fuerza vertical	64
2.5.3. Fuerzas resultante	64
2.5.4. Balances de momentos	65
2.6. Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas	68
2.6.1. Fuerza resultante	68
2.6.2. Línea de acción	71

2.7. Superficies bidimensionales	71
2.8. **Centros de presión, momentos de área	76
2.9. Principios de arquímedes	78
2.10. **Estabilidad de cuerpos flotantes	80
2.11. **Fluidos en movimientos de cuerpo rígido	80
2.11.1 Aceleración vertical	81
2.11.2. Aceleración vertical y horizontal	82
2.11.3. Rotación de cuerpo rígido	83
Problemas	85
<b>Capítulo 3. Introducción al Movimiento de los Fluidos I</b>	<b>101</b>
3.1. Introducción	101
3.2. Partículas de fluidos y volúmenes de control	101
3.2.1. Sistema lagrangiano	101
3.2.2. Sistema eulero	102
3.2.3. Elementos de fluidos	102
3.2.4. Volúmenes de control grandes	103
3.2.5. Flujo en régimen permanente y transitorio	105
3.3. Líneas de corriente y tubos de corriente	105
3.3.1. Líneas de corriente	105
3.3.2. Trayectoria	106
3.3.3. Líneas de emisión	106
3.3.4. Tubos de corriente	107
3.3.5. Líneas de tiempo	109
3.4. Dimensiones de un campo de flujo	111
3.5. Conservación de la masa	112
3.6. Ecuaciones de la cantidad de movimiento	114
3.6.1. Fuerzas	114
3.6.2. Flujo unidireccional	115
3.6.3. Flujo bidireccional	117
3.7. Fuerzas viscosas y pérdidas de energías mecánica	119
Problemas	124
<b>Capítulo 4. Introducción al Movimiento de los Fluidos II</b>	<b>130</b>
4.1. Introducción	130
4.2. Ecuaciones de bernoulli	130
4.2.1. Balance de fuerzas a lo largo de líneas de corriente	131
4.2.2.. Balance de fuerzas en dirección normal a las líneas de corriente	133
4.3. Presión de estancamiento y presión dinámica	134
4.4. Variación de la presión y de la velocidad	135
4.5. Aplicaciones de la ecuación de bernoulli	137
4.5.1. Tubo de Pitot	138
4.5.2. Tubo de Ventura y atomizador	139
4.5.3. Sifón	141
4.6. Ecuaciones de bernoulli y drenado de tanques	143
4.7. *Ecuación de la energía	149
4.7.1. Primera ley de la termodinamica	149
4.7.2. Flujo unidimensional	151
4.7.3. Relación con la ecuación de Bernoulli	153
Problemas	155
<b>Capítulos 5. Ecuaciones de Movimientos en Forma Integral</b>	<b>168</b>

5.1. Flujo	168
5.2. Ecuaciones de continuidad	171
5.3. Ecuaciones de la cantidad de movimiento	178
5.3.1. Terminio transitorio	179
5.3.2. Terminio de flujo	179
5.3.3. Fuerzas resultante	180
5.4. Teorema del transporte de reynolds	185
5.5. *Ecuaciones de la energía	187
Problemas	189
<b>Capitulo 6. Ecuaciones Diferenciales del Movimiento</b>	<b>200</b>
6.1. Rapidez de cambios siguiendo una partícula de fluido	200
6.1.1. Aceleración en coordenadas cartesianas	203
6.1.2. Aceleración en coordenadas cilíndricas	203
6.2. Ecuaciones de continuidad	206
6.2.1. Formas particulares	208
6.3. Ecuaciones e la cantidad de movimiento	208
6.3.1. Ecuaciones de Euler en coordenadas cartesianas	210
6.3.2. Ecuaciones de Euler en coordenadas cilíndricas	211
6.3.3. Ecuaciones de Navier – Stokes	211
6.3.4. Condiciones de fronteras	213
6.4. *Aplicaciones al movimiento de cuerpo rígido	215
6.5. Flujo unidimensional transitorio	215
6.5.1. Ecuaciones de continuidad	216
6.5.2. Ecuación de la cantidad de movimiento	217
6.5.3. *Ecuaciones de la energía	219
Problemas	221
<b>Capitulo 7. Flujos Incompresibles Irrotacionales</b>	<b>226</b>
7.1. Verticidad y rotación	227
7.2. El potencial de la velocidad	229
7.3. La función de corriente	230
7.4. Flujos donde existen velocidad y corriente en forma simultanea	231
7.5. Resumen de definiciones y restricciones	232
7.6. Ejemplos de flujo potencial	234
7.6.1. Flujo uniforme	235
7.6.2. Fuente puntual	236
7.6.3. Vértice potencial	237
7.7. Ecuaciones de Laplace	239
7.8. Fuente en flujo uniforme	241
7.9. Flujo potencial sobre un cilindro	242
7.9.1. Distribución de la presión	244
7.9.2. Efectos viscosos	245
7.10 Sustentación	246
7.10.1. Efectos Magnus	247
7.10.2. Cuerpos aerodinámicos y alas	248
7.11. Interacciones de los vértices	251
Problemas	253
<b>Capitulo 8. Análisis Dimensional</b>	<b>257</b>
8.1. Homogeneidad dimensional	258
8.2. Aplicaciones de la homogeneidad dimensional	260
8.2.1. Ejemplo: salto hidráulico	260

8.2.2. Ejemplo: Arrastre sobre una esfera	262
8.3. El numero de grupos adimensionales	267
8.4. Problemas de adimensionalización	270
8.5. Ejemplos de flujo en tubos	271
8.6. Grupos adimensionales comunes	273
8.7. Adimensionalización de las ecuaciones	274
8.8. Modelos a escala	276
8.8.1. Semejanza geométrica	277
8.8.2. Semejanza cinemática	277
8.8.3. Semejanza dinámica	277
Problemas	285
<b>Capítulo 9. Flujos Viscosos Internos</b>	291
9.1. Introducción	291
9.2. Esfuerzos viscosos y numero de reynolds	291
9.3. Capas limite flujos completamente desarrollados	292
9.4. Transición y turbulencia	294
9.5. Flujo de poiseuille	295
9.5.1. Flujo completamente desarrollado en conductos	296
9.5.2. Flujo completamente desarrollado en tubos	300
9.6. Transición de flujo en tuberías	303
9.7. Flujo turbulento en tuberías	305
9.8. Ecuaciones de la energía para flujo en tuberías	307
9.8.1. Coeficiente de energía cinética	307
9.8.2. Perdidas primarias y secundarias	309
9.9. Válvulas y grifos	312
9.10. Diámetro hidráulico	314
Problemas	317
<b>Capítulo 10. Flujos Viscosos Externos</b>	325
10.1. Introducción	325
10.2. Capa limite laminar	325
10.2.1. Análisis de volumen de control	325
10.2.2. Solución por semejanza	327
10.3. Espesores de desplazamiento	331
10.3.1. Espesor de desplazamiento	331
10.3.2. Espesor de cantidad de movimiento	333
10.3.3. Factor de forma	334
10.4. Capas limite turbulentas	334
10.5. Separación, readherencia y estelas	338
10.6. Arrastre en cuerpos romos y aerodinámicos	341
10.7. Pelotas de golf, cricket y béisbol	347
10.8. Campos de flujo en automóviles	349
Problemas	353
<b>Capítulo 11. Flujo en Canales Abiertos</b>	359
11.1. Introducción	359
11.2. Ondas gravitatorias de amplitud pequeña	360
11.3. Numero de fraude	363
11.4. Rompimiento de ondas	364
11.5. Tsunamis	365
11.6. Saltos hidráulicos	367
11.7. ¿Caídas hidráulicas?	371

11.8. Rompientes y oleaje	372
11.9. Flujo a través de un estrechamiento suave	373
11.9.1. Flujo subcrítico en un estrechamiento	377
11.9.2. Flujo supercrítico en un estrechamiento	378
11.9.3. Flujo sobre tope	379
Resumen	379
Problemas	384
<b>Capítulo 12. Flujo Compresible</b>	396
12.1. Introducción	396
12.2. Propagación de la presión en un fluido en movimiento	398
12.3. Regímenes de flujo	400
12.4. Termodinámica del flujo compresible	401
12.4.1. Relaciones del gas ideal	402
12.4.1.1. Calores específicos	402
12.4.1.2. Variaciones en la entropía	402
12.4.1.3. Relaciones e calor específico	403
12.4.2. Velocidad del sonido	404
12.4.3. Propiedades de estancamientos	405
12.5. Flujo compresible a través de una tobera	408
12.5.1. Análisis de flujo isentrópico	409
12.5.2. Razón de áreas	412
12.5.3. Flujo estrangulado	412
12.6. Ondas de choques normales	414
12.6.1. Razón de temperatura	415
12.6.2. Razón de densidades	415
12.6.3. Razón de números de Mach	416
12.6.4. Razón de presiones de estancamiento	416
12.6.5. Cambios en la entropía	417
12.6.6. Resumen: ondas de choque normales	418
12.7. Ondas de choque normales débiles	421
12.8. Ondas oblicuas	421
12.8.1. Relaciones de onda de choque oblicua	423
12.8.2. Desviación de flujo	423
12.8.3. Resumen de ondas de choque oblicuas	424
12.9. Ondas de choque oblicuas débiles y ondas de compresión	426
12.10. Ondas expansivas	429
12.11. Arrastre de onda en vehículos supersónicos	430
Problemas	431
<b>Capítulo 13. Turbomaquinas</b>	435
13.1. Introducción	435
13.2. Ecuaciones de la cantidad de movimiento angular para una turbina	435
13.3. Diagramas de velocidad	439
13.4. Turbinas hidráulicas	439
13.4.1. Turbinas de impulso	441
13.4.2. Turbinas de flujo radial	442
13.4.3. Turbinas de flujo axial	443
13.5. Bombas	447
13.5.1. Bombas centrifugas	448
13.5.2. Cavitación	449

13.6. Mediciones del rendimiento relativo	452
13.7. Análisis dimensional	454
13.8. Hélices y molinos de viento	461
Problemas	465
<b>Capítulo 14. Mecánica de Fluidos y Medio Ambiente</b>	469
14.1. Flujos atmosféricos	469
14.2. Equilibrio de la atmósfera	470
14.3. Patrones circulatorios y efectos de Coriolis	472
14.4. Capa límite planetaria	476
14.5. Intensidad y dirección prevalecientes del viento	477
14.6. Contaminación atmosférica	478
14.7. Dispersión de contaminantes	479
14.8. Difusión y mezclado	480
Problemas	483
<b>Capítulo 15. Notas Históricas</b>	485
15.1. Arquímedes de Siracusa	485
15.2. Leonardo da Vinci	487
15.3. Evangelista Torricelli	488
15.4. Blaise Pascal	489
15.5. Sir Isaac Newton	491
15.6. Daniel Bernoulli	494
15.7. Leonhard Euler	495
15.8. Jean le Rond D' Alembert	497
15.9. Joseph – Louis Lagrange	498
15.10. Claude Louis Marie Henri Navier	499
15.11. Jean L. M. Poiseuille	500
15.12. Gustav Heinrich Magnus	501
15.13. William Fraude	501
15.14. George Gabriel Stokes	502
15.15. Ernst Mach	503
15.16. Osborne Reynolds	504
15.17. Ludwig Prandtl	505
15.18. Lewis Ferry Moody	507
15.19. Theodore Von Karman	508
15.20. Geoffrey Ingran Taylor	509
Referencias bibliográficas	511
<b>Apéndice A. Herramientas Analíticas</b>	513
<b>Apéndice B. Factores de conversión</b>	524
<b>Apéndice C. Propiedades de Fluidos y de Flujos</b>	526
<b>Apéndice D. Recursos WEB</b>	544
Respuestas a problemas seleccionados	546
Índice	560