

ÍNDICE DE MATERIAS

PARTE V: EJEMPLOS PRÁCTICOS DE FLUIDOS INCOMPRESIBLES	1
28. VISCOSIDAD. FLUJOS LAMINARES	3
A. LEY DE POISEUILLE	3
28.1. Generalidades	3
28.2. Distribución de velocidades y caudal en un tubo cilíndrico; ley de Poiseuille	4
28.3. Pérdida de carga y rozamiento en la pared de un tubo cilíndrico	7
28.4. Flujo entre dos placas planas y paralelas	10
28.5. Flujo a través de un espacio anular delimitado por dos cilindros circulares coaxiales	12
B. MEDIDAS DE VISCOSIDAD Y RESULTADOS	13
28.6. Medida de la viscosidad de los líquidos mediante aparatos de cilindros coaxiales	13
28.7. Medida de la viscosidad de líquidos con aparatos de tubo capilar	17
28.8. Resultados correspondientes a la viscosidad de los líquidos ...	19
28.9. Medida de la viscosidad de los gases	21
28.10. Resultados correspondientes a la viscosidad de los gases	23
28.11. Materias plásticas; nociones de reología	27
Ejercicios	33
29. FLUJOS TURBULENTOS EN CONDUCTO CILÍNDRICO	37
29.1. Flujos laminares y flujos turbulentos	37
29.2. Características del flujo turbulento	40

29.3.	Estudio experimental del flujo turbulento con los aparatos de hilo caliente	45
29.4.	Flujo turbulento en un conducto, a caudal constante	51
29.5.	Resultados generales sobre las leyes de pérdida de carga y de distribución de velocidades	55
29.6.	Perfil de velocidades y pérdida de carga en conductos lisos ...	60
29.7.	Perfil de velocidades y pérdida de carga en los conductos rugosos de rugosidad homogénea	66
29.8.	Resultados prácticos para conductos rugosos	71
	Ejercicios	74
30.	PÉRDIDAS DE CARGA SINGULARES	77
30.1.	Definición y medida de una pérdida de carga singular	77
30.2.	Ensanchamiento brusco	80
30.3.	Estrechamiento brusco	83
30.4.	Diafragma	86
30.5.	Boquillas	89
30.6.	Variaciones progresivas de sección	95
30.7.	Cambio de dirección	99
30.8.	No aditividad de las pérdidas de carga singulares	105
	Ejercicios	106
31.	APLICACIONES DE LOS CHORROS FLUIDOS	109
31.1.	Impacto de chorros	109
31.2.	Propulsión por cohete	116
31.3.	Propulsión y sustentación por hélice. Aeromotores	126
31.4.	Sustentación por cojín de aire	134
31.5.	Eyectores	140
	Ejercicios	144
32.	TURBOMÁQUINAS	151
32.1.	Clasificación y notaciones	151
32.2.	Ecuación global de Euler	157
32.3.	Rendimientos y condiciones de funcionamiento	161
32.4.	Semejanza en las turbomáquinas	167
32.5.	Cavitación	175
32.6.	Transmisión hidráulica	181
	Ejercicios	184

33.	LUBRIFICACIÓN HIDRODINÁMICA	187
33.1.	Flujo entre dos placas planas paralelas indefinidas, una de ellas desplazada en su plano	187
33.2.	Quicio horizontal de caras paralelas	192
33.3.	Quicio Michell de caras inclinadas	198
33.4.	Gorrón horizontal de carga radial	206
	Ejercicios	212
 PARTE VI: EJEMPLOS DE FENÓMENOS NO ESTACIONARIOS ...		213
34.	FENÓMENOS NO ESTACIONARIOS UNIDIMENSIONALES .	215
A.	DOS EJEMPLOS SENCILLOS	215
34.1.	Oscilación de un líquido en un tubo	215
34.2.	Apertura de una válvula en el extremo de una conducción corta	217
B.	ONDAS UNIDIMENSIONALES CONTINUAS Y DE PEQUEÑA AMPLITUD	221
34.3.	Celeridad de una onda de pequeña amplitud en un tubo indeformable	221
34.4.	Celeridad de una onda de pequeña amplitud en un tubo deformable	225
34.5.	Reflexión de una onda de pequeña amplitud sobre una pared fija o sobre un dominio que se encuentra a presión constante .	228
34.6.	Golpe de ariete	232
34.7.	Reflexión de una onda producida por una singularidad cualquiera. Primera noción de impedancia acústica	237
34.8.	Flujo de energía	241
	Ejercicios	244
35.	EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS O HIDRÁULICOS PARA LA TRANSMISIÓN DE UNA INFORMACIÓN CONTINUA	249
35.1.	Transmisión de una señal o de su derivada por tubo capilar: sonda de presión, variómetro	249
35.2.	Transmisión de una señal por tubo corto: resonador de Helmholtz	255
35.3.	Transmisión con eliminación de las entradas parásitas: método del bucle	259
35.4.	Amplificación por cilindro	262
35.5.	Ejemplo de bucle con amplificación por cilindro: un tipo de accionamiento hidráulico	264

35.6.	Amplificador de tobera y paleta	269
35.7.	Canalizaciones	273
35.8.	Amplificadores fluídicos	275
	Ejercicios	280
36.	ONDAS BIDIMENSIONALES DE PEQUEÑA AMPLITUD. OLEAJE. ONDULACIONES	285
36.1.	Ecuaciones de las ondas de gravedad bidimensionales	285
36.2.	Ondas de gravedad en el caso de una profundidad infinita	288
36.3.	Ondas de gravedad en el caso de una profundidad finita	294
36.4.	Ondas de gravedad en el caso que la densidad del fluido superior no sea despreciable	297
36.5.	Intervención de la capilaridad	300
36.6.	Celeridad de grupo	302
	Ejercicios	306
	PARTE VII: CAPA LÍMITE Y FLUJOS VISCOSOS	309
37.	DEFINICIONES Y TEOREMAS GENERALES SOBRE LA CAPA LÍMITE CONSIDERADA DESDE EL PUNTO DE VISTA DINÁMICO	311
37.1.	Estructura de la capa límite	311
37.2.	Espesores dinámicos de la capa límite	317
37.3.	Relación global de la masa	321
37.4.	Relación global de la cantidad de movimiento	322
37.5.	Estudio del flujo en una capa límite laminar	328
	Ejercicios	334
38.	ESTUDIO DINÁMICO SIMPLE DE LA CAPA LÍMITE Y ROZAMIENTO FLUIDO	337
38.1.	Capa límite laminar a lo largo de una placa plana, considerada desde el punto de vista dinámico	337
38.2.	Capa límite turbulenta a lo largo de una placa plana: ley de potencia	343
38.3.	Capa límite turbulenta a lo largo de una placa plana: leyes logarítmicas	350
38.4.	Flujo a lo largo de una placa rugosa	354
38.5.	Capa límite laminar en un movimiento plano	358
38.6.	Capa límite turbulenta en un movimiento plano	365
	Ejercicios	366

39.	DEFINICIONES Y TEOREMAS SOBRE LA CAPA LÍMITE CONSIDERADA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TRANSPORTE DE CALOR Y DE MASA	369
	A. CONVECCIÓN DEL CALOR	369
	39.1. La capa límite considerada desde el punto de vista térmico ...	369
	39.2. Calentamiento cinético	372
	39.3. Espesores térmicos de capa límite	375
	39.4. Relación global de la energía	377
	B. CONVECCIÓN DE LA MASA	382
	39.5. La capa límite de concentración	382
	39.6. Relación global de transporte de masa	387
	39.7. La difusión molecular en una mezcla binaria	390
	Ejercicios	394
40.	ESTUDIO TÉRMICO DE LA CAPA LÍMITE Y CONVECCIÓN DEL CALOR	397
	40.1. Coeficiente de convección térmica en el caso de pequeñas velocidades	397
	40.2. Coeficiente de convección térmica a velocidades elevadas	401
	40.3. Capa límite laminar a lo largo de una placa plana: caso más simple	403
	40.4. Capa límite laminar a lo largo de una placa plana: casos más complejos	408
	40.5. Capa límite turbulenta a lo largo de una placa plana	413
	40.6. Observación	421
	Ejercicios	421
41.	ECUACIONES GENERALES DE LOS MOVIMIENTOS CON ROZAMIENTO INTERNO	425
	41.1. Recordatorio de los resultados ya expuestos	425
	A. ESTUDIO DE LAS TENSIONES	427
	41.2. Consideraciones generales sobre las ecuaciones de los medios continuos	427
	41.3. Propiedades de las tensiones	427
	41.4. Forma general de la ecuación de la dinámica de los medios continuos	431
	B. ECUACIONES DE LA IMPULSIÓN EN EL CASO DE FLUIDOS NEWTONIANOS	432
	41.5. Relación general entre el tensor de tensiones y el tensor de tasas de deformación	432
	41.6. Ecuaciones de la impulsión en el caso de un medio fluido isótropo	436

41.7.	Flujo laminar y flujo turbulento	438
C.	ECUACIÓN DE LA ENERGÍA	442
41.8.	Ecuación del trabajo	442
41.9.	Trabajo interno. Función de disipación	443
41.10.	Ecuación de la energía	446
	Ejercicios	448
42.	ECUACIÓN DE LA CAPA LÍMITE LAMINAR EN EL CASO DE UN FLUJO PLANO O DE REVOLUCIÓN	451
A.	FORMAS GENERALES DE LAS ECUACIONES	451
42.1.	Ecuaciones de la impulsión en la capa límite laminar de un flujo plano	451
42.2.	Ecuación de la energía en la capa límite laminar de un flujo plano	457
42.3.	Ecuaciones de la capa límite laminar de un flujo meridiano ...	458
B.	CAPA LÍMITE LAMINAR A LO LARGO DE UNA PLACA PLANA	463
42.4.	Problema general de la placa plana	463
42.5.	Caso de un fluido de propiedades físicas constantes: estudio dinámico	465
42.6.	Caso de un fluido de propiedades físicas constantes: estudio térmico a bajas velocidades	468
42.7.	Caso de un fluido de propiedades físicas constantes: estudio térmico con disipación de energía en la capa límite	472
42.8.	Caso de un fluido de propiedades físicas variables, pero para el cual el número de Prandtl es siempre igual a 1	480
C.	CAPA LÍMITE LAMINAR A LO LARGO DE UN DIEDRO SIMÉTRICO Y EN LA PROXIMIDAD DE UN PUNTO DE ESTANCAMIENTO DE UN CUERPO DE REVOLUCIÓN .	488
42.9.	Estudio dinámico	488
42.10.	Estudio térmico a bajas velocidades	494
	Ejercicios	498
43.	OTROS EJEMPLOS DE FLUJOS LAMINARES	501
A.	EJEMPLOS SIMPLES	501
43.1.	Cilindro indefinido en rotación alrededor de su eje en un fluido viscoso	501
43.2.	Ejemplos simples de flujo no estacionario de un fluido viscoso	506
B.	FLUJOS LAMINARES A NÚMEROS DE REYNOLDS MUY BAJOS	511
43.3.	Propiedades de los flujos a números de Reynolds muy bajos ..	511
43.4.	Flujo en los medios porosos	512

43.5.	Flujo de Hele-Shaw	521
43.6.	Flujo alrededor de una esfera	524
C.	MECÁNICA DE LAS SUSPENSIONES	526
43.7.	Ecuación general de la mecánica de las suspensiones	526
43.8.	Semejanza en la mecánica de las suspensiones	532
43.9.	Aplicación de la mecánica de las suspensiones a la visualización	535
43.10.	Aplicación de la mecánica de las suspensiones a los fenómenos de captación	537
43.11.	Aplicación de la mecánica de las suspensiones a la separación de polvo	540
	Ejercicios	543
44.	RESISTENCIA AERODINÁMICA. EL ARRASTRE	549
44.1.	Consideraciones generales sobre la resistencia aerodinámica ..	549
44.2.	La esfera	551
44.3.	El cilindro circular de alargamiento infinito	559
44.4.	La placa plana normal a la velocidad e infinitamente larga ...	566
44.5.	Otros cuerpos cilíndricos de eje perpendicular a la velocidad ..	569
44.6.	Cuerpos de revolución	574
44.7.	Otras formas de obstáculos	577
44.8.	Interacciones	580
44.9.	Arrastre de un sólido en movimiento acelerado en un fluido inmóvil	581
	Ejercicios	583
45.	ESTUDIO SOMERO DE LAS ALAS DE AVIÓN	587
45.1.	Ala cilíndrica de envergadura infinita	587
45.2.	Ala cilíndrica de alargamiento finito	593
45.3.	Algunas observaciones sobre las alas no cilíndricas	601
45.4.	Nociones de aerodinámica experimental	604
45.5.	Representación de las fuerzas aerodinámicas ejercidas sobre un ala	609
45.6.	Medida de la sustentación y del arrastre de forma por el estudio de la distribución de presiones en la pared	613
45.7.	Medida del arrastre de perfil por exploración de la estela	616
	Ejercicios	621
	ÍNDICE ALFABÉTICO	625