

INDICE

Capítulo I: Nociones de análisis vectorial

1-1.	Campos escalares y vectoriales: derivada	1
1-2.	Representación compleja	4
1-3.	Fórmulas de Frenet	5
1-4.	Derivada direccional: gradiente	9
1-5.	Integrales curvilíneas	12
1-6.	Integrales de superficie: flujo y divergencia	14
1-7.	Teorema de Gauss	17
1-8.	Circulación y rotor	19
1-9.	Teorema de Stokes	21
1-10.	Utilización del operador "nabla"	23
1-11.	Campos conservativos y solenoidales	25
1-12.	La representación de Helmholtz	26
1-13.	Campos armónicos	29

Capítulo II: Movimiento de la partícula

2-1.	Cinemática	30
2-2.	Velocidad y aceleración	30
2-3.	Componentes cartesianas	32
2-4.	Componentes polares	32
2-5.	Componentes intrínsecas	33
2-6.	Ejercicios de aplicación	34
2-7.	Los fundamentos de la mecánica newtoniana	36
2-8.	Los principios de Newton	37
2-9.	Principio de inercia	38
2-10.	Principio de masa	38
2-11.	Principio de acción y reacción	39
2-12.	Principio de independencia de la acción de las fuerzas	40
2-13.	La formulación de Mach	40
2-14.	Límite de validez de la mecánica newtoniana	42
2-15.	Movimiento rectilíneo de la partícula	43
2-16.	Fuerza función del tiempo únicamente	44
2-17.	Fuerza función de la velocidad únicamente	45
2-18.	Fuerza función de la posición únicamente: trabajo y energía	47
2-19.	Impulso y cantidad de movimiento	49

Capítulo III: Movimiento curvilíneo

3-1.	Movimiento en dos o tres dimensiones	51
3-2.	Movimiento de los proyectiles	52
3-3.	Trabajo y energía	56
3-4.	Teorema de las fuerzas vivas	58
3-5.	Teorema del momento cinético	59
3-6.	Movimientos centrales	60
3-7.	Utilización de coordenadas polares	61
3-8.	Fórmula de Binet	62
3-9.	Geometría de las cónicas	64
3-10.	La ley del cuadrado de la distancia	66
3-11.	Campo gravitatorio	68
3-12.	Orbitas en un campo gravitatorio o eléctrico	70
3-13.	Campo electromagnético	73
3-14.	Ecuaciones de Poisson y Laplace	74
3-15.	Movimiento de una partícula sobre una línea	77
3-16.	Estabilidad del equilibrio	80
3-17.	Movimiento de la partícula sobre una superficie	82

Capítulo IV: Oscilaciones mecánicas

4-1.	Introducción	83
4-2.	El oscilador armónico simple	84
4-3.	Energía cinética y potencial	86
4-4.	El oscilador no-lineal	87
4-5.	El oscilador amortiguado	90
4-6.	La constante Q	96
4-7.	El oscilador forzado. Resonancia	98
4-8.	Analogías electromecánicas	102
4-9.	La aislación de las vibraciones. Magnificación y transmisibilidad	105
4-10.	La excitación anarmónica	109

Capítulo V: Movimiento relativo

5-1.	Sistemas inerciales y acelerados	111
5-2.	Elementos de cinemática de los sistemas rígidos	112
5-3.	Derivada relativa de un vector	114
5-4.	Teorema de Coriolis	115
5-5.	Análisis intuitivo del teorema de Coriolis	117
5-6.	Dinámica del movimiento relativo	118
5-7.	Movimiento de la partícula referido a la Tierra	120
5-8.	El péndulo de Foucault	123
5-9.	La precesión de Larmor	124

Capítulo VI: Dinámica de los sistemas

6-1.	Sistema de partículas	126
6-2.	Cantidad de movimiento. Centro de masas	127
6-3.	Conservación de la cantidad de movimiento	128
6-4.	Momento cinético	129

6-5.	Conservación del momento cinético	130
6-6.	Trabajo y energía	131
6-7.	Teorema de König	133
6-8.	Teorema de las fuerzas vivas	134
6-9.	Conservación de la energía mecánica	137
6-10.	Importancia de los teoremas conservativos	139
6-11.	Las ecuaciones universales	140
6-12.	El problema de los dos cuerpos	141
6-13.	Movimiento impulsivo	146
6-14.	Choque de partículas	148
6-15.	Desintegración de partículas	152
6-16.	Movimiento de una partícula con masa variable	153

Capítulo VII: Dinámica analítica

7-1.	Coordenadas generalizadas y vínculos	155
7-2.	Principio de los trabajos virtuales	157
7-3.	Principio de D'Alembert	159
7-4.	Ecuaciones de Lagrange de la dinámica	160
7-5.	Multiplicadores de Lagrange	164
7-6.	Sistemas conservativos	165
7-7.	Potenciales dependientes de la velocidad	167
7-8.	Fuerzas disipativas	170
7-9.	Las ecuaciones canónicas o de Hamilton	172
7-10.	Principios diferenciales y principios integrales	175
7-11.	Principio de Hamilton	176
7-12.	Generalización de L y H	178
7-13.	El hamiltoniano como energía mecánica del sistema	179
7-14.	El principio de mínima acción	181
7-15.	Analogía óptico-mecánica	184
7-16.	La función principal de Hamilton	186
7-17.	La ecuación de Hamilton-Jacobi	188
7-18.	La función característica de Hamilton	190
7-19.	La onda de acción	191
7-20.	Ecuaciones de Lagrange para sistemas anholónomos	194
7-21.	Revisión de los principios integrales	195
7-22.	Variación de la energía cinética y potencial	198
7-23.	Principio integral general	199
7-24.	Deducción de los principios de Hamilton y mínima acción	200
7-25.	Principios variacionales de Gauss y Hertz	202
7-26.	Ecuación simbólica del movimiento impulsivo	204
7-27.	Ecuaciones de Lagrange del movimiento impulsivo	204
7-28.	Teoremas de Carnot y Bertrand	205
7-29.	Principios variacionales de la dinámica impulsiva	207

Capítulo VIII: Teoría de las transformaciones lineales

8-1.	Matrices y determinantes	209
8-2.	Suma y producto de matrices	211

XIV		INDICE
8-3.	Espacios vectoriales lineales	214
8-4.	Trasformaciones lineales	217
8-5.	Trasformaciones ortogonales	220
8-6.	Diagonalización de matrices	224
8-7.	Tensores. Formas cuadráticas. Cuádricas	229
8-8.	Diagonalización de tensores y formas cuadráticas reales y simétricas	232
8-9.	Propiedades de los autovectores	233
8-10.	Diagonalización simultánea	235

Capítulo IX: Relatividad restringida

9-1.	Introducción	238
9-2.	La relatividad de Galileo	239
9-3.	El espacio absoluto en electromagnetismo	241
9-4.	Conceptos básicos de la relatividad restringida	242
9-5.	Las ecuaciones de transformación de Lorentz	243
9-6.	El universo de Minkowski	248
9-7.	Representación gráfica	251
9-8.	La dilatación del tiempo	252
9-9.	La contracción de las longitudes	255
9-10.	Teorema de adición de las velocidades	256
9-11.	La invariancia del intervalo cronotópico	258
9-12.	El tiempo propio	259
9-13.	La sucesión de los acontecimientos	261
9-14.	Dinámica relativista	261
9-15.	Masa y energía	266
9-16.	Choque de partículas	269
9-17.	Crítica a la teoría de la relatividad	273
9-18.	El principio de inercia en la relatividad	274

Capítulo X: Dinámica de los cuerpos rígidos

10-1.	Generalidades	276
10-2.	Teoremas de Euler y Chasles	277
10-3.	Ángulos de Euler	278
10-4.	Movimiento helicoidal tangente	280
10-5.	Movimiento plano	282
10-6.	Movimiento polar	283
10-7.	Tensor de inercia	284
10-8.	Energía cinética	289
10-9.	Elipsoide de inercia	291
10-10.	Diagonalización del tensor de inercia	292
10-11.	Ecuaciones de Euler	295
10-12.	Movimiento por inercia	298
10-13.	Giróscopo pesado	300
10-14.	Reacción giroscópica	301
10-15.	Movimiento rototraslatorio general	302
10-16.	Movimiento plano	303
10-17.	Movimiento impulsivo del cuerpo rígido	305

Capítulo XI: Sistemas acoplados lineales

11-1.	Introducción	308
11-2.	Sistemas no amortiguados	309
11-3.	Oscilaciones libres	311
11-4.	Coordenadas normales	315
11-5.	Ortogonalidad de los autovectores	316
11-6.	Oscilaciones del cuerpo rígido suspendido	319
11-7.	Sistemas amortiguados	320
11-8.	Sistemas giroscópicos	322
11-9.	Oscilaciones forzadas	324
11-10.	Ecuaciones de Routh	325
11-11.	Pequeñas oscilaciones alrededor de un movimiento merostático	326

Capítulo XII: Propagación ondulatoria

12-1.	Ecuación de la cuerda vibrante	330
12-2.	Integración según Euler y D'Alembert	332
12-3.	Ondas en dos y tres dimensiones	334
12-4.	Ondas armónicas	336
12-5.	El principio de superposición	338
12-6.	La onda de de Broglie	340
12-7.	Naturaleza dual de la materia	342
12-8.	Ondas estacionarias	345

Capítulo XIII: Sistemas continuos deformables. Elasticidad

13-1.	Generalidades	349
13-2.	Fuerzas de masa y de superficie	349
13-3.	Tetraedro de Cauchy	350
13-4.	Ecuaciones diferenciales del equilibrio y del movimiento	352
13-5.	Relaciones de simetría	353
13-6.	Tensor de tensión	354
13-7.	Desplazamientos	358
13-8.	Desplazamiento rígido	359
13-9.	Deformación	361
13-10.	Tensor de deformación	363
13-11.	Ley de Hooke generalizada	365
13-12.	Ecuación de Navier	368
13-13.	Ondas en medios elásticos	369

Capítulo XIV: Mecánica de los fluidos

14-1.	Introducción	372
14-2.	Movimiento general de un fluido	374
14-3.	Ecuación de la continuidad	375
14-4.	Relación entre los tensores de tensión y de derivada de deformación	376

14-5.	Ecuación de Navier-Stokes	377
14-6.	Ecuación de Bernoulli	379
14-7.	Movimiento con torbellinos	381

Capítulo XV: Estática de los hilos

15-1.	Introducción	384
15-2.	Solicitación continua: ecuación indefinida	385
15-3.	La catenaria	387

Capítulo XVI: Teoría de los modelos

16-1.	Dimensiones de las magnitudes mecánicas. Homogeneidad	389
16-2.	Modelos mecánicos. semejanza	390
16-3.	Fuerzas de inercia: ley y número de Newton	392
16-4.	Fuerzas gravíticas: ley y número de Froude	393
16-5.	Fuerzas viscosas: ley y número de Reynolds	395

Apéndice I: Campo gravitatorio

I-1.	Potencial de campo para una superficie esférica	397
I-2.	Potencial de campo para una esfera maciza homogénea	399
I-3.	Energía potencial gravitatoria de un conjunto de partículas	401

Apéndice II: Vínculos rugosos

II-1.	El rozamiento	403
II-2.	Movimiento de la partícula vinculada a una línea rugosa	403

Apéndice III: Cinemática del movimiento relativo

III-1.	Fórmulas de Poisson	405
--------	---------------------	-----

Apéndice IV: Ecuaciones universales con entes relativos

IV-1.	Generalidades	407
IV-2.	Primera ecuación universal	407
IV-3.	Segunda ecuación universal	408
IV-4.	Tercera ecuación universal	409

Apéndice V: Condiciones cinemáticas de rigidez

V-1.	Estado de velocidad	411
V-2.	Estado de aceleración	411

Apéndice VI: El efecto Doppler

VI-1.	Análisis relativista	413
VI-2.	Análisis clásico	415
VI-3.	Verificación de la teoría de la relatividad	415

Apéndice VII: Teoría de los modelos

VII-1.	Fuerzas elásticas en dinámica: ley y número de Cauchy	417
VII-2.	Fuerzas elásticas en equilibrio	418

<i>Índice alfabético</i>	421
--------------------------	-----

<i>Bibliografía</i>	427
---------------------	-----