

# Índice analítico

PRÓLOGO .....	v
<b>CAPÍTULO 1 REPASO DE LOS PRINCIPIOS ELEMENTALES .....</b>	<b>1</b>
1-1 Mecánica de una partícula .....	1
1-2 Mecánica de un sistema de partículas .....	6
1-3 Ligaduras .....	14
1-4 Principio de d'Alembert y ecuaciones de Lagrange .....	19
1-5 Potenciales dependientes de la velocidad y función de disipación .....	26
1-6 Aplicaciones sencillas de la formulación lagrangiana .....	30
<b>CAPÍTULO 2 PRINCIPIOS VARIACIONALES Y ECUACIONES DE LAGRANGE .....</b>	<b>43</b>
2-1 Principio de Hamilton .....	43
2-2 Algunas técnicas del cálculo de variaciones .....	45
2-3 Deducción de las ecuaciones de Lagrange a partir del principio de Hamilton .....	53
2-4 Extensión del principio de Hamilton a sistemas no holonomos .....	56
2-5 Ventajas de una formulación de principio variacional .....	63
2-6 Teoremas de conservación y propiedades de simetría .....	66
<b>CAPÍTULO 3 PROBLEMA DE LOS DOS CUERPOS .....</b>	<b>85</b>
3-1 Reducción al problema equivalente de un cuerpo .....	85
3-2 Ecuaciones del movimiento e integrales primeras .....	87
3-3 Problema unidimensional equivalente y clasificación de órbitas .....	92
3-4 Teorema del virial .....	101

XIV	<i>Índice analítico</i>	
3-5	Ecuación diferencial de la órbita y potenciales de fuerza integrables ...	105
3-6	Condiciones para órbitas cerradas (teorema Bertrand) .....	112
3-7	Problema de Kepler: Fuerza inversamente proporcional al cuadrado de la distancia .....	116
3-8	Movimiento en el tiempo en el problema de Kepler .....	122
3-9	Vector de Laplace-Runge-Lenz .....	128
3-10	Dispersión en un campo de fuerzas central .....	132
3-11	Transformación del problema de la dispersión a coordenadas del laboratorio .....	143
<b>CAPÍTULO 4 CINEMÁTICA DEL CUERPO RÍGIDO .....</b>		<b>161</b>
4-1	Coordenadas independientes para un cuerpo rígido .....	161
4-2	Transformaciones ortogonales .....	167
4-3	Propiedades formales de la matriz de cambio .....	173
4-4	Ángulos de Euler .....	183
4-5	Parámetros Cayley-Klein y cantidades relacionadas con ellos .....	188
4-6	Teorema de Euler referente al movimiento del cuerpo rígido .....	202
4-7	Rotaciones finitas .....	209
4-8	Rotaciones infinitesimales .....	213
4-9	Velocidad de variación de un vector .....	222
4-10	Fuerza de Coriolis .....	226
<b>CAPÍTULO 5 ECUACIONES DE MOVIMIENTO DEL CUERPO RÍGIDO .....</b>		<b>239</b>
5-1	Momento cinético y energía cinética del movimiento alrededor de un punto .....	239
5-2	Tensores y afinores .....	244
5-3	Tensor de inercia y momento de inercia .....	248
5-4	Valores propios del tensor de inercia y transformación a los ejes principales .....	252
5-5	Métodos de solución de problemas de cuerpo rígidos y ecuaciones de Euler del movimiento .....	259
5-6	Movimiento de un cuerpo rígido exento de momentos .....	261
5-7	Peonza simétrica pesada con un punto fijo .....	270
5-8	Precesión de los equinoccios y de las órbitas de satélites .....	285
5-9	Precesión de sistemas de cargas en un campo magnético .....	293
<b>CAPÍTULO 6 OSCILACIONES PEQUEÑAS .....</b>		<b>305</b>
6-1	Formulación del problema .....	305
6-2	Ecuación de valores propios y transformación a los ejes principales ...	308
6-3	Frecuencias de vibración libre y coordenadas normales .....	317

<i>Índice analítico</i>		XV
6-4	Vibraciones libres de una molécula triatómica lineal .....	323
6-5	Vibraciones forzadas y efecto de las fuerzas disipativas .....	328
<b>CAPÍTULO 7 LA TEORÍA RESTRINGIDA DE LA RELATIVIDAD EN MECÁNICA CLÁSICA .....</b>		<b>341</b>
7-1	Programa básico de la relatividad restringida .....	342
7-2	Transformación de Lorentz .....	344
7-3	Transformaciones de Lorentz en espacios reales de cuatro dimensiones ...	356
7-4	Otras descripciones de la transformación de Lorentz .....	361
7-5	Formulaciones covariantes en cuatro dimensiones .....	367
7-6	Las ecuaciones de la fuerza y la energía en mecánica relativista .....	373
7-7	Cinemática relativista de las colisiones y de sistemas de muchas partículas .....	380
7-8	Formulación lagrangiana de la mecánica relativista .....	394
7-9	Formulaciones lagrangianas covariantes .....	401
<b>CAPÍTULO 8 ECUACIONES DE MOVIMIENTO DE HAMILTON .....</b>		<b>417</b>
8-1	Transformaciones de Legendre y ecuaciones de movimiento de Hamilton .....	417
8-2	Coordenadas cíclicas y teoremas de conservación .....	427
8-3	Método de Routh y oscilaciones en torno al movimiento estacionario .....	431
8-4	Formulación de Hamilton de la mecánica relativista .....	437
8-5	Deducción de las ecuaciones de Hamilton a partir de un principio variacional .....	443
8-6	Principio de mínima acción .....	446
<b>CAPÍTULO 9 TRANSFORMACIONES CANÓNICAS .....</b>		<b>461</b>
9-1	Ecuaciones de la transformación canónica .....	461
9-2	Ejemplos de transformaciones canónicas .....	470
9-3	Método simpléctico para transformaciones canónicas .....	476
9-4	Corchetes de Poisson y otros invariantes canónicos .....	484
9-5	Ecuaciones de movimiento, Transformaciones canónicas infinitesimales y teoremas de conservación con la formulación de los corchetes de Poisson .....	494
9-6	Relaciones del corchete de Poisson momento cinético .....	507
9-7	Grupos de simetría de sistemas mecánicos .....	511
9-8	Teorema de Liouville .....	518

<b>CAPÍTULO 10 TEOREMA DE HAMILTON-JACOBI</b> .....	<b>533</b>
10-1 Ecuación de Hamilton-Jacobi para la función principal de Hamilton .....	533
10-2 El problema del oscilador armónico como ejemplo del método de Hamilton-Jacobi .....	538
10-3 Ecuación de Hamilton-Jacobi para la función característica de Hamilton .....	541
10-4 Separación de variables en la ecuación de Hamilton-Jacobi .....	546
10-5 Variables acción-ángulo en sistemas de un grado de libertad .....	556
10-6 Variables acción-ángulo para sistemas totalmente separables .....	562
10-7 Problema de Kepler tratado con variables acción ángulo .....	572
10-8 Teoría de Hamilton-Jacobi. Óptica geométrica y Mecánica ondulatoria ...	588
<b>CAPÍTULO 11 TEORÍA CANÓNICA DE LA PERTURBACIÓN</b> .....	<b>605</b>
11-1 Introducción .....	605
11-2 Perturbación dependiente del tiempo (variación de constantes) .....	606
11-3 Ejemplos de la teoría de la perturbación dependiente del tiempo .....	614
11-4 Teoría de la perturbación independiente del tiempo en primer orden con un grado de libertad .....	624
11-5 Teoría de la perturbación independiente del tiempo para un orden superior al primero .....	630
11-6 Técnicas de perturbación especializadas para mecánica celeste y mecánica espacial .....	639
11-7 Invariantes adiabáticos .....	642
<b>CAPÍTULO 12 INTRODUCCIÓN A LAS FORMULACIONES DE LAGRANGE Y HAMILTON PARA SISTEMAS CONTINUOS Y CAMPOS</b> .....	<b>659</b>
12-1 Transición de un sistema discreto a un sistema continuo .....	659
12-2 Formulación de Lagrange para sistemas continuos .....	663
12-3 Tensor esfuerzo-energía y teoremas de conservación .....	671
12-4 Formulación de Hamilton, corchetes de Poisson y representación por cantidad de movimiento .....	679
12-5 Teoría de campos relativista .....	691
12-6 Ejemplos de teorías de campo relativista .....	696
12-7 Teorema de Noether .....	712

<b>APÉNDICES</b> .....	<b>729</b>
A Demostración del teorema de Bertrand .....	729
B Los ángulos de Euler en otros convenios .....	735
C Propiedades de transformación de $d\Omega$ .....	741
D Condiciones de Staeckel para la separabilidad de la ecuación de Hamilton-Jacobi .....	745
E Formulación lagrangiana del campo acústico en los gases .....	749
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>755</b>
<b>ÍNDICE DE SÍMBOLOS</b> .....	<b>765</b>
<b>ÍNDICE ALFABÉTICO</b> .....	<b>779</b>