

TABLA DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	FUNDAMENTOS BASICOS, I	1
1.1	De la necesidad de fundamentos básicos	1
1.2	Leyes básicas de la mecánica clásica de Newton y varias maneras de expresarlas	1
1.3	Selección de la formulación	1
1.4	Origen de las leyes básicas	1
1.5	De los conceptos y magnitudes básicas empleadas	2
1.6	Condiciones de validez de las leyes de Newton	2
1.7	Dos tipos generales de problemas de dinámica	5
1.8	Métodos generales para solucionar problemas de dinámica	6
1.9	Ejemplo ilustrativo de los numerales 1.7 y 1.8	7
<hr/>		
2	FUNDAMENTOS BASICOS, II	11
2.1	Observaciones introductorias	11
2.2	Sistemas de coordenadas y ecuaciones de transformación	11
2.3	Coordenadas generalizadas. Grados de libertad	16
2.4	Grados de restricción, ecuaciones de restricción, coordenadas superfluas	19
2.5	Restricciones móviles	20
2.6	Ecuaciones de transformación "reducidas"	20
2.7	Velocidad expresada en coordenadas generalizadas	21
2.8	Trabajo y energía cinética	24
2.9	Ejemplos ilustrativos de la energía cinética	26
2.10	Teorema del "centro de masa" para la energía cinética	27
2.11	Una expresión general para la energía cinética de p partículas	28
2.12	Definición de aceleración y ejemplos	30
2.13	"Desplazamiento virtual" y "trabajo virtual"	32
2.14	Ejemplos ilustrativos de las consideraciones anteriores (a), (b) y (c)	33
<hr/>		
3	ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DE LAGRANGE PARA UNA PARTICULA	42
3.1	Consideraciones preliminares	42
3.2	Deducción de las ecuaciones de Lagrange para una partícula, sin coordenadas ni restricciones móviles	42
3.3	Compendio de detalles importantes relacionados con las ecuaciones de Lagrange	42
3.4	Integración de las ecuaciones diferenciales del movimiento	47
3.5	Ejemplos ilustrativos	47
3.6	Ecuaciones de Lagrange para una partícula, suponiendo un marco de referencia móvil, restricciones móviles, o ambas condiciones simultáneamente	49
3.7	De la energía cinética, las fuerzas generalizadas y otros tópicos, cuando el marco de referencia, las restricciones, o ambos se mueven	50
3.8	Ejemplos ilustrativos	50
3.9	Determinación de la aceleración por medio de las ecuaciones de Lagrange	52
3.10	Una consideración adicional sobre las ecuaciones de Lagrange	53
3.11	Experimentos sugeridos	54

TABLA DE MATERIAS

Capítulo		Página
4	ECUACIONES DE LAGRANGE PARA UN SISTEMA DE PARTICULAS	62
4.1	Observaciones introductorias	62
4.2	Deducción de las ecuaciones de Lagrange para un sistema de partículas	62
4.3	Expresión de T en forma adecuada	64
4.4	Significado físico de las fuerzas generalizadas	64
4.5	Técnicas para hallar expresiones para las fuerzas generalizadas	65
4.6	Ejemplos ilustrativos de la aplicación de las ecuaciones de Lagrange a sistemas que incluyen partículas	66
4.7	Fuerzas y movimientos de las partículas cargadas en un campo electromagnético	72
4.8	Consideraciones sobre el significado físico de las ecuaciones de Lagrange	73
4.9	Experimento sugerido	76
<hr/>		
5	SISTEMAS CONSERVATIVOS	85
5.1	Ilustración de algunos principios básicos	85
5.2	Definiciones importantes	86
5.3	Expresión general de V y prueba para las fuerzas conservativas	86
5.4	Determinación de las expresiones para V	87
5.5	Algunos ejemplos sencillos para ilustrar lo anterior	87
5.6	Fuerzas generalizadas como derivadas de V	89
5.7	Ecuaciones de Lagrange para sistemas conservativos	89
5.8	Sistemas parcialmente conservativos y parcialmente no conservativos	90
5.9	Ejemplos que ilustran la aplicación de las ecuaciones de Lagrange a sistemas conservativos	90
5.10	Expresión adecuada de la energía potencial del sistema de resortes	93
5.11	Sistemas en los que la energía potencial varía con el tiempo. Ejemplos	94
5.12	Función vectorial del potencial para una carga que se mueve en un campo electromagnético	95
5.13	La "integral de la energía"	96
5.14	Experimentos sugeridos	96
<hr/>		
6	DETERMINACION DE F_q PARA EL CASO DE FUERZAS DISIPATIVAS	103
6.1	Definición y clasificación	103
6.2	Procedimiento general para determinar F_q	103
6.3	Ejemplos: Fuerzas generalizadas de fricción	104
6.4	Ejemplos: Fuerzas viscosas generalizadas	106
6.5	Ejemplo: Fuerzas proporcionales a la potencia n de la velocidad, para $n > 1$	107
6.6	Fuerzas expresadas por medio de una serie de potencias	107
6.7	Algunas consecuencias interesantes de las fuerzas de fricción, y otras	107
6.8	Una "función de potencia", P , para la determinación de las fuerzas generalizadas	108
6.9	Formas especiales de la función de potencia	109
6.10	Ejemplos para ilustrar el uso de P	110
6.11	Fuerzas que dependen de la velocidad relativa	111
6.12	Fuerzas cuya dirección no se opone a la del movimiento	111
6.13	Experimento sugerido	114

TABLA DE MATERIAS

Capítulo		Página
7	ESTUDIO GENERAL DE LOS MOMENTOS Y LOS PRODUCTOS DE INERCIA	121
7.1	Expresión general del momento de inercia de un cuerpo rígido con respecto a un eje cualquiera	121
7.2	El elipsoide de inercia	122
7.3	Momentos principales de inercia. Ejes principales y sus direcciones	123
7.4	Momentos y productos de inercia con respecto a cualquier sistema de ejes rectangulares	124
7.5	Momentos y productos de inercia con respecto a un marco cualquiera	125
7.6	Momentos y productos de inercia con respecto a un marco girado	126
7.7	Ejemplos de momentos, productos y elipsoides de inercia	128
7.8	"Focos" y puntos "esféricos" de inercia	133
7.9	Significado físico de los productos de inercia	134
7.10	Cuerpos dinámicamente equivalentes	135
7.11	Determinación experimental de los momentos y los productos de inercia	136
7.12	Proyecto sugerido sobre el elipsoide de inercia	137
7.13	Experimento sugerido	138
<hr/>		
8	ESTUDIO DE LA DINAMICA DE LOS CUERPOS RIGIDOS, DE LAGRANGE	143
8.1	Observaciones preliminares	143
8.2	Fundamentos básicos necesarios	143
8.3	Expresión general de la energía cinética de un cuerpo rígido libre	152
8.4	Resumen de algunas consideraciones importantes con relación a T	153
8.5	Planteamiento de las ecuaciones del movimiento	153
8.6	Ejemplos ilustrativos de la energía cinética y las ecuaciones del movimiento	154
8.7	Definición de los ángulos de Euler	161
8.8	Empleo de los ángulos de Euler: Un cuerpo con movimiento arbitrario	162
8.9	La energía cinética, haciendo uso de ejes de dirección fija	166
8.10	Movimiento de un cuerpo rígido con relación a un marco de referencia en traslación y rotación	167
8.11	Experimento sugerido	172
<hr/>		
9	EL METODO DE EULER DE LA DINAMICA DE LOS CUERPOS RIGIDOS	181
9.1	Observaciones preliminares	181
9.2	Ecuaciones del movimiento de traslación del centro de masa	181
9.3	Diversas maneras de expresar las ecuaciones escalares correspondientes a (9.3)	182
9.4	Consideraciones fundamentales para la determinación de las ecuaciones de rotación de Euler	183
9.5	Las tres ecuaciones del movimiento de rotación de Euler, para un cuerpo rígido. Forma general	186
9.6	Aspectos importantes con respecto a (9.10)	188
9.7	Forma vectorial de las ecuaciones de rotación de Euler	189
9.8	Ejemplos específicos para ilustrar el uso de las ecuaciones (9.2) y (9.10)	189
9.9	Ejemplos para ilustrar la forma (9.16) de las ecuaciones de Euler	194

TABLA DE MATERIAS

	Página
9.10 Ecuaciones del movimiento con respecto a un marco de referencia móvil	196
9.11 Determinación de los movimientos de una nave espacial y de un objeto en su interior, ambos bajo la acción de fuerzas conocidas	197
9.12 Restricciones no holónomas	199
9.13 Las ecuaciones de rotación de Euler, desde el punto de vista del momentum angular	201
9.14 Comparación del tratamiento de Euler con el de Lagrange	203

Capítulo 10 PEQUEÑAS OSCILACIONES ALREDEDOR DE LAS POSICIONES DE EQUILIBRIO	210
10.1 Tipo de problema por considerar	210
10.2 Restricciones sobre el problema general	210
10.3 Bases fundamentales adicionales	213
10.4 Ecuaciones diferenciales del movimiento	216
10.5 Soluciones de las ecuaciones del movimiento; fuerzas conservativas únicamente . .	216
10.6 Resumen de aspectos importantes sobre el tipo anterior de movimiento oscilatorio .	218
10.7 Ejemplos para ilustrar los resultados de los numerales anteriores	219
10.8 Casos especiales de las raíces de D	223
10.9 Coordenadas normales	225
10.10 Prueba de la relación de ortogonalidad	227
10.11 Aspectos importantes relacionados con las coordenadas normales	228
10.12 Ventajas de las coordenadas normales	228
10.13 Determinación de las expresiones de las coordenadas normales	229
10.14 Amplitud y dirección del movimiento de una partícula determinada cuando se excita un modo de oscilación en particular	230
10.15 Determinación de las constantes arbitrarias con la ayuda de las condiciones de ortogonalidad	232
10.16 Oscilaciones pequeñas con fuerzas actuantes viscosas y conservativas	232
10.17 Consideraciones sobre la estabilidad del movimiento	234
10.18 Utilización de las coordenadas normales cuando actúan fuerzas extrañas	235
10.19 Uso de las coordenadas normales cuando actúan fuerzas externas y viscosas	235
10.20 Experimentos sugeridos	236

Capítulo 11 PEQUEÑAS OSCILACIONES ALREDEDOR DE MOVIMIENTOS ESTACIONARIOS	243
11.1 Consideraciones preliminares importantes	243
11.2 Eliminación de las coordenadas ignorables de las ecuaciones generales del movimiento	245
11.3 Eliminación de las coordenadas ignorables, empleando la función de Routh. Método B	246
11.4 Condiciones necesarias para el movimiento estacionario	246
11.5 Ecuaciones del movimiento, suponiendo un movimiento estacionario ligeramente perturbado	247
11.6 Solución de las ecuaciones del movimiento	248
11.7 Coordenadas ignorables en función del tiempo, después de una perturbación	248
11.8 Ejemplos ilustrativos del procedimiento anterior	248
11.9 Oscilación alrededor del movimiento estacionario cuando el sistema contiene restricciones móviles	255

TABLA DE MATERIAS

	Página
11.10 Sistema bajo la acción de fuerzas disipativas	257
11.11 Estabilidad del movimiento estacionario	258

Capítulo 12 FUERZAS DE RESTRICCIÓN	266
12.1 Consideraciones preliminares	266
12.2 Procedimiento general para hallar las fuerzas de restricción	268
12.3 Ejemplos ilustrativos	270
12.4 Fuerzas de restricción utilizando las ecuaciones de Euler	273
12.5 Fuerzas de restricción y ecuaciones del movimiento, con restricciones rugosas	274

Capítulo 13 FUERZAS IMPULSORAS NECESARIAS PARA PRODUCIR MOVIMIENTOS DEFINIDOS	279
13.1 Consideraciones preliminares	279
13.2 Método general	280
13.3 Ejemplos ilustrativos	281
13.4 Equilibrio de un sistema	283
13.5 Ejemplos ilustrativos de problemas en equilibrio estático	285

Capítulo 14 EFECTOS DE LA FORMA DE LA TIERRA Y DE SU ROTACION COTIDIANA EN LOS PROBLEMAS DE LA DINAMICA	293
14.1 Observaciones introductorias	293
14.2 Consideraciones sobre la forma de la Tierra. Latitudes y radios geocéntricos y geográficos	294
14.3 Aceleración de la gravedad sobre la superficie de la Tierra o cerca de ella	294
14.4 Fórmulas de cálculo y algunas constantes	295
14.5 Referencias relacionadas con la forma de la Tierra y su campo gravitatorio	297
14.6 Energía cinética y ecuaciones del movimiento para una partícula en diversos sistemas de coordenadas. Marco de referencia adherido a la superficie de la Tierra	298
14.7 Energía cinética T , para una partícula; marco de referencia en movimiento con respecto a la superficie de la Tierra	302
14.8 Movimiento de un cuerpo rígido cerca de la superficie de la Tierra	303
14.9 Ejemplos ilustrativos específicos	304

Capítulo 15 APLICACION DE LAS ECUACIONES DE LAGRANGE A SISTEMAS ELECTRICOS Y ELECTROMECHANICOS	316
15.1 Observaciones preliminares	316
15.2 Expresiones de T, V, P, F_Q y de las ecuaciones de Lagrange, para circuitos eléctricos	316
15.3 Ejemplos ilustrativos	319
15.4 Sistemas electromecánicos: La función de Lagrange adecuada; determinación de las fuerzas generalizadas	320
15.5 Oscilaciones de sistemas eléctricos y electromecánicos	322

TABLA DE MATERIAS

Página

15.6	Fuerzas y voltajes necesarios para producir movimientos y corrientes dadas en un sistema electromecánico	323
15.7	Sistema eléctricos y mecánicos análogos	323
15.8	Referencias	326

Capítulo	16 ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DE HAMILTON	331
	16.1 Observaciones generales	331
	16.2 Una palabra sobre el "momentum generalizado"	331
	16.3 Deducción de las ecuaciones de Hamilton	331
	16.4 Procedimiento para determinar H y escribir las ecuaciones de Hamilton	333
	16.5 Casos especiales de H	333
	16.6 Relaciones importantes de la energía y la potencia	333
	16.7 Ejemplos. El hamiltoniano y las ecuaciones del movimiento de Hamilton	334
	16.8 Ejemplos de H para sistemas en que existen coordenadas móviles o restricciones móviles, o ambas condiciones	336
	16.9 Campos de aplicación del método de Hamilton	337

Capítulo	17 PRINCIPIO DE HAMILTON	342
	17.1 Introducción	342
	17.2 Problemas introductorios	342
	17.3 Algunas técnicas del cálculo de variaciones	343
	17.4 Soluciones a los problemas propuestos anteriormente	346
	17.5 Principio de Hamilton a partir del cálculo de variaciones	347
	17.6 Principio de Hamilton a partir de la ecuación de D'Alembert	348
	17.7 Ecuaciones de Lagrange a partir del principio de Hamilton	350
	17.8 Ejemplos específicos para ilustrar los ejemplos de este capítulo	350
	17.9 Aplicaciones del principio de Hamilton	352

Capítulo	18 ECUACIONES BASICAS DE LA DINAMICA EN NOTACION TENSORIAL Y VECTORIAL	356
-----------------	---	------------

Apéndice	RELACIONES ENTRE LOS COSENOS DIRECTORES	361
-----------------	--	------------

	INDICE	369
--	-------------------------	------------