

Indice

Prefazione

1	Elementi di algebra vettoriale	1
1.1	Relazioni e operazioni fondamentali tra vettori	3
1.1.1	Rappresentazione dei vettori in forma variante	6
1.2	Sistemi di vettori applicati	10
1.2.1	Trinomio invariante	11
1.2.2	Asse centrale del sistema di vettori	11
1.3	Matrice di rotazione	13
2	Dinamica del punto materiale	17
2.1	Prima e seconda legge di Newton	18
2.2	Equazioni del moto scalari	18
2.3	Dinamica del punto vincolato: vincoli lisci	20
2.3.1	Punto libero in \mathbb{R}^3	21
2.3.2	Punto appartenente ad una superficie	21
2.3.3	Punto appartenente ad una linea	22
2.4	Velocità e accelerazione su traiettoria assegnata	23
2.4.1	Nuova forma delle equazioni del moto su traiettoria assegnata, liscia	25

2.5	Velocità ed accelerazione in coordinate polari	26
2.6	Vincoli scabri	29
2.6.1	Attrito statico	30
2.6.2	Attrito dinamico	30
2.7	Momento della quantità di moto	31
2.8	Lavoro, potenza, energia cinetica, energia meccanica	32
2.8.1	Forze conservative	34
2.8.2	Teoremi dell'energia meccanica	37
2.9	Equilibrio e stabilità	40
2.9.1	Equilibrio	40
2.9.2	Stabilità	41
2.9.3	Equilibrio e stabilità per un punto su traiettoria assegnata, vincolo liscio	44
2.9.4	Criteri energetici per equilibrio e stabilità	46
2.9.5	Esempio applicativo	48
3	Sistemi particellari	51
3.1	Terza legge di Newton: forze interne	51
3.2	Equazione della quantità di moto	53
3.2.1	Moto del centro di massa di un sistema particellare	54
3.2.2	Esercizio applicativo	56
3.3	Equazione del momento della quantità di moto	59
3.3.1	Momento della quantità di moto: moto di \mathcal{S} attorno al suo centro di massa	61
3.4	Teorema di Koenig e teoremi dell'energia cinetica per sistemi particellari	62
3.4.1	Teorema di Koenig	63

Indice	iii
3.4.2	Teoremi dell'energia cinetica attorno al centro di massa 64
3.5	Forze conservative ed energia meccanica 66
3.5.1	Forze conservative esterne 66
3.5.2	Forze conservative interne 67
3.5.3	Energia meccanica del sistema particellare 70
4	Cinematica del corpo rigido 73
4.1	Moti piani 73
4.1.1	Moto traslatorio 73
4.1.2	Moto rotatorio attorno ad asse fisso 74
4.1.3	Moto roto-traslatorio 81
4.2	Moti arbitrari 87
4.2.1	Formule di Poisson 89
4.2.2	Atto di moto 92
4.2.3	Distribuzione delle accelerazioni 93
5	Sistemi di riferimento in moto relativo 95
5.1	Velocità in sistemi di riferimento in moto relativo 95
5.2	Accelerazioni in sistemi di riferimento in moto relativo . . . 97
5.3	Dinamica del punto in sistemi di riferimento non inerziali . 98
5.4	Cinematica di un corpo rigido in sistemi di riferimento in moto relativo 100
5.5	Classi Galileiane dei sistemi di riferimento 101
6	Dinamica del corpo rigido 103
6.1	Gradi di libertà di un corpo rigido 104
6.2	Equazioni della dinamica del corpo rigido 106
6.3	Momento della quantità di moto per corpi rigidi 107

6.4	Ellissoide di inerzia	110
6.5	Determinazione degli assi e dei momenti principali di inerzia	113
6.5.1	Momenti centrali di figure elementari	115
6.6	Teorema di Huyghens	116
6.7	Equazioni di Eulero del corpo rigido	117
6.7.1	Derivata di un vettore in sistemi di riferimento in moto relativo	118
6.7.2	Equazioni di Eulero	119
6.8	Equazione di conservazione della quantità di moto	120
6.9	Teoremi energetici per il corpo rigido	121
6.9.1	Teorema di Koenig per corpi rigidi	123
6.10	Moto di rotazione attorno agli assi centrali	124
6.10.1	Giroscopi e moti di precessione	126
7	Elementi di meccanica analitica	129
7.1	Lavoro virtuale per sistemi olonomi con vincoli ideali	131
7.1.1	Un esempio di forze generalizzate	132
7.2	Dinamica dei sistemi olonomi con vincoli ideali	134
7.3	Sollecitazioni conservative	136
7.4	Linearizzazione delle equazioni di Lagrange	137
A	Equazioni della dinamica	141
A.1	Moti governati da equazioni differenziali omogenee	141
A.1.1	Moto rettilineo uniforme	142
A.1.2	Moto armonico permanente	142
A.1.3	Moto armonico non permanente e moto aperiodico	144
A.2	Moti governati da equazioni differenziali non omogenee	148

Indice

A.2.1	Moto uniformemente accelerato	148
A.2.2	Moti sollecitati da forzante armonica	149
B	Campi vettoriali conservativi, potenziali, irrotazionali	155
B.1	Definizioni	155
B.2	Teoremi di equivalenza	156
C	Elementi di algebra lineare	159
C.1	Matrici di trasformazione e cambiamento di base	159
C.2	Matrici simili	160
C.3	Autovalori e autovettori	161
C.4	Proprietà degli autovettori di matrici simmetriche	163
C.4.1	Diagonalizzazione di matrici con autovalori distinti .	164
C.5	Proprietà degli autovettori di matrici non simmetriche . . .	166
C.5.1	Diagonalizzazione di matrici con autovalori distinti .	167
D	Dinamica bidimensionale di corpi rigidi	169
D.1	Teorema di Huygens in problemi bidimensionali	171
D.1.1	Momenti centrali di figura di corpi bidimensionali . .	171
D.2	Teorema di Koenig per moti piani	174
E	Statica del corpo rigido	175
E.1	Sollecitazioni equivalenti	175
E.2	Asse centrale dello stato di sollecitazione	176
E.3	Stati di sollecitazione piana	177
E.4	Reazioni vincolari	177
E.4.1	Metodi grafici di analisi statica	178
	Bibliografia	183