

Indice

<i>Prefazione alla prima edizione</i>	11
<i>Prefazione alla seconda edizione</i>	13
1 Fondamenti geometrici e cinematici della meccanica lagrangiana	15
1.0 Introduzione, 15	
1.1 Curve nel piano, 15	
1.2 Lunghezza di una curva e parametrizzazione naturale, 18	
1.3 Versore tangente, versore normale e curvatura delle curve piane, 22	
1.4 Curve in \mathbb{R}^3 , 26	
1.5 Campi vettoriali e curve integrali, 30	
1.6 Superfici, 32	
1.7 Varietà differenziabili riemanniane, 48	
1.8 Azioni di gruppi e tori, 62	
1.9 Sistemi vincolati e coordinate lagrangiane, 65	
1.10 Sistemi olonomi, 68	
1.11 Spazio delle fasi, 70	
1.12 Accelerazioni per un sistema olonomo, 73	
1.13 Esercizi, 74	
1.14 Complementi e note bibliografiche, 77	
1.15 Altri problemi svolti, 78	
2 Dinamica: leggi generali e dinamica del punto materiale	84
2.1 Richiami e commenti sui postulati della meccanica classica, 84	
2.2 Il principio di relatività galileiana e le forze d'interazione, 86	
2.3 Lavoro, campi conservativi, 90	
2.4 Dinamica del punto vincolato con vincoli olonomi lisci, 92	
2.5 Vincoli con attrito, 95	
2.6 Punto soggetto a vincoli unilaterali, 97	
2.7 Complementi e note bibliografiche, 98	
2.8 Altri problemi svolti, 98	
3 Moti unidimensionali	105
3.1 Introduzione, 105	
3.2 Analisi qualitativa del moto dovuto ad una forza posizionale, 106	

- 3.3 Il pendolo semplice, 110
 - 3.4 Piano delle fasi, equilibrio, 112
 - 3.5 Oscillazioni smorzate, oscillazioni forzate. Risonanza, 117
 - 3.6 Battimenti, 121
 - 3.7 Esercizi, 122
 - 3.8 Complementi e note bibliografiche, 125
 - 3.9 Altri problemi svolti, 126
- 4 Dinamica dei sistemi discreti. Formalismo lagrangiano 136**
- 4.1 Equazioni cardinali, 136
 - 4.2 Sistemi olonomi a vincoli lisci, 138
 - 4.3 Le equazioni di Lagrange, 140
 - 4.4 Determinazione delle reazioni vincolari. Vincoli con attrito, 148
 - 4.5 Sistemi conservativi. Funzione lagrangiana, 149
 - 4.6 Equilibrio dei sistemi olonomi a vincoli lisci, 152
 - 4.7 Potenziali generalizzati. Lagrangiana di una carica in un campo elettromagnetico, 154
 - 4.8 Moto di una carica in campi elettrici e magnetici costanti, 156
 - 4.9 Simmetrie e leggi di conservazione. Teorema di Noether, 158
 - 4.10 Equilibrio, stabilità e piccole oscillazioni, 161
 - 4.11 Funzioni di Lyapunov, 170
 - 4.12 Esercizi, 173
 - 4.13 Complementi e note bibliografiche, 175
 - 4.14 Altri problemi svolti, 175
- 5 Moto in un campo centrale 187**
- 5.1 Orbite in un campo centrale, 187
 - 5.2 Il problema di Keplero, 194
 - 5.3 Potenziali con orbite chiuse, 195
 - 5.4 L'equazione di Keplero, 201
 - 5.5 La formula di Lagrange, 205
 - 5.6 Il problema dei due corpi, 208
 - 5.7 Il problema degli n corpi, 209
 - 5.8 Esercizi, 213
 - 5.9 Complementi e note bibliografiche, 214
 - 5.10 Altri problemi svolti, 215
- 6 Meccanica dei sistemi rigidi: geometria e cinematica 220**
- 6.1 Proprietà di carattere geometrico. Angoli di Eulero, 220
 - 6.2 Cinematica dei sistemi rigidi. La formula fondamentale, 223
 - 6.3 Asse istantaneo di moto, 226
 - 6.4 Spazio delle fasi per le precessioni, 228
 - 6.5 Cinematica relativa, 230
 - 6.6 Dinamica relativa, 233
 - 6.7 Rigate di un moto rigido, 235
 - 6.8 Esercizi, 237
 - 6.9 Alcuni problemi svolti, 238

- 7 Meccanica dei sistemi rigidi: dinamica 242
- 7.1 Preliminari sulla geometria delle masse, 242
 - 7.2 Ellissoide e assi principali di inerzia, 244
 - 7.3 Omografia di inerzia, 247
 - 7.4 Grandezze dinamiche di rilievo nella dinamica dei rigidi, 250
 - 7.5 Dinamica dei sistemi liberi, 252
 - 7.6 Dinamica dei sistemi rigidi vincolati, 253
 - 7.7 Equazioni di Eulero per le precessioni, 257
 - 7.8 Precessioni per inerzia, 259
 - 7.9 Le rotazioni permanenti, 263
 - 7.10 Integrazione delle equazioni di Eulero [8.4], 264
 - 7.11 Precessioni dei giroscopi, 269
 - 7.12 Precessioni di un giroscopio pesante (trottola), 232
 - 7.13 Rotazioni, 272
 - 7.14 Esercizi, 273
 - 7.15 Altri problemi svolti, 275
- 8 Meccanica analitica: formalismo hamiltoniano 285
- 8.1 Trasformazioni di Legendre, 285
 - 8.2 Funzione di Hamilton, 289
 - 8.3 Le equazioni di Hamilton, 290
 - 8.4 Il teorema di Liouville, 292
 - 8.5 Il teorema di Poincaré. Ricorrenza, 294
 - 8.6 Esercizi, 296
 - 8.7 Complementi e note bibliografiche, 298
 - 8.8 Altri problemi svolti, 298
- 9 Meccanica analitica: principi variazionali 307
- 9.1 Introduzione ai problemi variazionali della meccanica, 307
 - 9.2 Le equazioni di Eulero per la stazionarietà di un funzionale, 309
 - 9.3 Principio variazionale di Hamilton: forma lagrangiana, 317
 - 9.4 Principio variazionale di Hamilton: forma hamiltoniana, 319
 - 9.5 Principio dell'azione stazionaria, 321
 - 9.6 Metrica di Jacobi, 324
 - 9.7 Esercizi, 328
 - 9.8 Complementi e note bibliografiche, 329
 - 9.9 Altri problemi risolti, 329
- 10 Meccanica analitica: formalismo canonico 334
- 10.1 Struttura simplettica dello spazio delle fasi hamiltoniano, 334
 - 10.2 Trasformazioni canoniche e completamente canoniche, 343
 - 10.3 Invariante integrale di Poincaré-Cartan. Condizione di Lie, 356
 - 10.4 Funzioni generatrici di trasformazioni canoniche, 368
 - 10.5 Parentesi di Poisson, 374
 - 10.6 Derivate di Lie e commutatori, 378
 - 10.7 Rettifica simplettica, 383
 - 10.8 Trasformazioni canoniche infinitesime e vicine all'identità. Serie di Lie, 387

- 10.9 Simmetrie e integrali primi del moto, 396
- 10.10 Invarianti integrali, 398
- 10.11 Varietà simplettiche e sistemi dinamici hamiltoniani, 400
- 10.12 Esercizi, 402
- 10.13 Complementi e note bibliografiche, 407
- 10.14 Altri problemi svolti, 408

- 11 Meccanica analitica: teoria di Hamilton-Jacobi e integrabilità 415**
 - 11.1 L'equazione di Hamilton-Jacobi, 415
 - 11.2 Separazione di variabili per l'equazione di Hamilton-Jacobi, 423
 - 11.3 Sistemi integrabili con un grado di libertà: variabili di azione-angolo, 432
 - 11.4 Integrabilità per quadrature. Teorema di Liouville, 440
 - 11.5 Tori invarianti l -dimensionali. Il teorema di Arnol'd, 446
 - 11.6 Sistemi integrabili con più gradi di libertà: variabili di azione-angolo, 454
 - 11.7 Moti e funzioni quasi-periodiche, 460
 - 11.8 Variabili di azione-angolo per il problema di Keplero. Elementi canonici, variabili di Delaunay e di Poincaré, 468
 - 11.9 Interpretazione ondulatoria della meccanica, 472
 - 11.10 Esercizi, 478
 - 11.11 Complementi e note bibliografiche, 481
 - 11.12 Alcuni problemi svolti, 482

- 12 Meccanica analitica: teoria canonica delle perturbazioni 487**
 - 12.1 Introduzione alla teoria canonica delle perturbazioni, 487
 - 12.2 Perturbazioni periodiche di moti unidimensionali uniformi, 500
 - 12.3 L'equazione $D_u u = v$. Conclusione dell'analisi precedente, 502
 - 12.4 Discussione dell'equazione fondamentale della teoria canonica delle perturbazioni. Teorema di Poincaré sulla non esistenza di integrali primi del moto, 508
 - 12.5 Le serie di Birkhoff: perturbazioni di oscillatori armonici, 516
 - 12.6 Il teorema di Kolmogorov-Arnol'd-Moser, 523
 - 12.7 Invarianti adiabatici, 530
 - 12.8 Esercizi, 533
 - 12.9 Complementi e note bibliografiche, 535
 - 12.10 Alcuni problemi svolti, 536

- 13 Meccanica analitica: una introduzione alla teoria ergodica e ai moti caotici 544**
 - 13.1 Il concetto di misura. Funzioni di distribuzione, 544
 - 13.2 Funzioni misurabili. Sommabilità, 547
 - 13.3 Sistemi dinamici misurabili, 549
 - 13.4 Ergodicità e frequenza di visita, 553
 - 13.5 Mescolamento, 562
 - 13.6 Entropia, 565
 - 13.7 Calcolo dell'entropia. Schemi di Bernoulli. Isomorfismo di sistemi dinamici, 570
 - 13.8 I biliardi dispersivi, 575

- 13.9 Esponenti caratteristici di Lyapunov. Teorema di Oseledec, 578
 - 13.10 Esponenti caratteristici ed entropia, 581
 - 13.11 Comportamento caotico delle orbite dei pianeti del Sistema Solare, 582
 - 13.12 Esercizi, 584
 - 13.13 Altri problemi svolti, 586
 - 13.14 Complementi e note bibliografiche, 590
- 14 Meccanica statistica: teoria cinetica 591**
- 14.1 Funzioni di distribuzione, 591
 - 14.2 L'equazione di Boltzmann, 592
 - 14.3 Il modello delle sfere rigide, 596
 - 14.4 La distribuzione di Maxwell-Boltzmann, 599
 - 14.5 Pressione e temperatura assoluta in un gas monoatomico ideale, 601
 - 14.6 Cammino libero medio, 604
 - 14.7 Il "teorema H" di Boltzmann. Entropia, 605
 - 14.8 Esercizi, 609
 - 14.9 Alcuni problemi svolti, 610
 - 14.10 Complementi e note bibliografiche, 611
- 15 Meccanica statistica: gli insiemi di Gibbs 612**
- 15.1 Il concetto di insieme statistico, 612
 - 15.2 L'ipotesi ergodica: medie e misura di grandezze osservabili, 615
 - 15.3 Fluttuazioni attorno alla media, 619
 - 15.4 Il problema ergodico e l'esistenza di integrali primi del moto, 621
 - 15.5 Sistemi chiusi e isolati (energia assegnata). Insieme microcanonico, 623
 - 15.6 Distribuzione di Maxwell-Boltzmann e fluttuazioni nell'insieme microcanonico, 627
 - 15.7 Il paradosso di Gibbs, 631
 - 15.8 Equipartizione dell'energia (energia totale assegnata), 634
 - 15.9 Sistemi chiusi a temperatura assegnata. Insieme canonico, 636
 - 15.10 Equipartizione dell'energia (temperatura assegnata), 640
 - 15.11 Energia libera di Helmholtz e ortodicità dell'insieme canonico, 645
 - 15.12 Insieme canonico e fluttuazioni di energia, 646
 - 15.13 Sistemi aperti a temperatura assegnata. Insieme grancanonico, 647
 - 15.14 Limite termodinamico. Fluttuazioni nell'insieme grancanonico, 651
 - 15.15 Transizioni di fase, 653
 - 15.16 Esercizi, 656
 - 15.17 Complementi e note bibliografiche, 659
 - 15.18 Altri problemi svolti, 661
- 16 Formalismo lagrangiano nella meccanica dei continui 668**
- 16.1 Breve sommario delle leggi fondamentali della meccanica dei continui, 668
 - 16.2 Il passaggio dal modello discreto a quello continuo. Funzione lagrangiana, 673
 - 16.3 Formulazione lagrangiana della meccanica dei continui, 675
 - 16.4 Applicazioni del formalismo lagrangiano nella meccanica dei continui, 677

- 16.5 Formalismo hamiltoniano, 681
- 16.6 Equilibrio dei sistemi continui come problema variazionale.
I cavi sospesi, 682
- 16.7 Esercizi, 688
- 16.8 Altri problemi svolti, 688

APPENDICI

A.1	Richiami sulle equazioni differenziali ordinarie	693
	A1.1 Alcuni risultati di carattere generale, 693	
	A1.2 Sistemi di equazioni a coefficienti costanti, 695	
	A1.3 Sistemi dinamici su varietà, 700	
A.2	Integrali e funzioni ellittiche	704
A.3	Seconda forma fondamentale di una superficie	707
A.4	Forme algebriche, forme differenziali, tensori	714
	A.4.1 Forme algebriche, 714	
	A4.2 Forme differenziali, 718	
	A4.3 Il teorema di Stokes, 724	
	A4.4 Tensori, 725	
A.5	Realizzazione fisica dei vincoli	728
A.6	Problema di Keplero, oscillatori lineari e flussi geodetici	731
A.7	Sviluppi in serie di Fourier	739
A.8	Momenti della distribuzione Gaussiana e funzione Γ di Eulero	743
	<i>Bibliografia</i>	747
	<i>Indice analitico</i>	757