

Antonio Romano

Meccanica Razionale

PARTE II

**Meccanica classica con elementi di
Meccanica statistica. Relatività ristretta**

Liguori Editore

INDICE

SEZIONE 1 CINEMATICA

Capitolo 1. Fondamenti di Cinematica del Punto

1. Riferimenti spazio-temporali della Cinematica classica.	3
2. Equazioni finite del moto di un punto, traiettoria.	4
3. Velocità e accelerazione.	5
4. Velocità e accelerazione radiali e trasverse nei moti piani; velocità angolare ed areale.	6
5. Moto circolare e moto armonico.	8
6. Moti composti: composizione di moti armonici e moto elicoidale.	10

Capitolo 2. Cinematica dei corpi rigidi.

1. Il cambiamento di riferimento.	15
2. Atto di moto rigido.	17
3. Moti traslatori, rotatori e sferici: angoli di Eulero. Moti piani.	21
4. Moti relativi.	27
5. Derivate assoluta e relativa di un vettore.	28

SEZIONE 2 DINAMICA

Capitolo 3. Principi della Dinamica dei sistemi di punti liberi.

1. Principio di inerzia e riferimenti inerziali	33
2. Legge di forza in un sistema isolato di punti materiali.	34
3. Massa ed assema fondamentale del moto.	38
4. Determinazione del moto dei punti di un sistema isolato. Principio di relatività di Galilei.	38
5. Sistemi non isolati e Dinamica del punto libero.	40
6. Equazioni cardinali per un sistema di punti materiali.	41
7. Energia cinetica di un sistema materiale. Moto attorno al baricentro.	44

8. Lavoro di un sistema di forze e teorema delle forze vive. Sollecitazioni conservative.	45
9. Dinamica in riferimenti non inerziali.	47
10. Dinamica di un punto vincolato.	48

Capitolo 4. Applicazioni di dinamica del punto.

1. Moto di un punto libero in un campo di forze centrali.	49
2. Moto di un punto in un campo di forze newtoniane.	52
3. Leggi di Keplero e sistema dei due corpi.	55
4. Diffusione di un punto in un campo di forze newtoniane e modello nucleare di Rutherford.	57
5. Moto rettilineo di un grave in presenza dell'aria.	58
6. Moto curvilineo di un grave nell'aria.	61
7. Un esempio di dinamica relativa: la dinamica terrestre.	64
8. Il pendolo semplice.	67
9. Il pendolo semplice ruotante.	69
10. Il pendolo di Foucault.	70

Capitolo 5. Principi generali della Dinamica dei corpi rigidi.

1. Considerazioni introduttive.	73
2. Massa e densità di massa, baricentro.	73
3. Quantità di moto, momento angolare ed energia cinetica di un corpo rigido.	74
4. Espressioni del momento angolare e dell'energia cinetica di un corpo rigido.	76
5. Proprietà del tensore d'inerzia. Simmetria ed assi principali.	79
6. Ellissoide d'inerzia.	81
7. Le forze nella Dinamica del corpo rigido.	82
8. Le equazioni cardinali.	85
9. Espressione della potenza in un moto rigido. Teorema delle forze vive e integrale dell'energia.	86

Capitolo 6. Applicazioni di Dinamica del corpo rigido.

1. Solido con asse fisso privo di attrito.	87
2. Pendolo composto.	88
3. Solido con un punto fisso: equazioni di Eulero e posizione del problema del moto.	89
4. Discussione qualitativa di Poinsot dei moti per inerzia.	90
5. Rotazioni uniformi.	92
6. Moti per inerzia in un giroscopio.	93
7. Giroscopio pesante.	94
8. Considerazioni sul moto di un giroscopio pesante.	100
9. Giroscopio di Foucault.	102
10. Momento delle forze apparenti dovute alla rotazione terrestre nel caso di un giroscopio in rapida rotazione.	103
11. Bussola giroscopica.	105
12. Solido libero pesante nel vuoto.	106

SEZIONE 3 MECCANICA ANALITICA

Capitolo 7. Dinamica lagrangiana.

1. Problema fondamentale della Stereodinamica	111
2. Spazio delle configurazioni e coordinate lagrangiane	112
3. Velocità ed accelerazione lagrangiane	117
4. Principio della potenza virtuale di D'Alembert e Lagrange	119
5. Le equazioni di Lagrange	122
6. Le equazioni di Lagrange per sollecitazioni conservative. Potenziali generalizzati	125
7. Integrali primi delle equazioni di Lagrange	128
8. Qualche semplice problema risolto con le equazioni di Lagrange	130
9. Simmetrie ed integrali primi: il teorema di Noether	132
10. Le equazioni di Lagrange per vincoli anolonomi	136
11. Equilibrio, stabilità e piccole oscillazioni	138
12. Il principio di Hamilton	142
13. La trasformata di Legendre	148

Capitolo 8. Dinamica hamiltoniana.

1. Introduzione	153
2. La struttura simplettica dello spazio delle fasi per la Meccanica indipendente dal tempo	153
3. Coordinate canoniche	155
4. Funzioni generatrici di trasformazioni simplettiche	157
5. Isomorfismo indotto dalla struttura simplettica tra campi vettoriali e 1-forme di M^*	159
6. Campi globalmente e localmente hamiltoniani	161
7. Parentesi di Poisson ed algebra di Lie delle funzioni e dei campi vettoriali su M^*	162
8. Integrali primi e simmetrie	164
9. Invarianti integrali assoluti e relativi	168
10. I teoremi di Liouville e di Poincaré	170

Capitolo 9. La teoria di Hamilton-Jacobi.

1. Introduzione	177
2. L'equazione di Hamilton-Jacobi	177
3. Integrazione dell'equazione di Hamilton-Jacobi per separazione delle variabili	179
4. Qualche applicazione del metodo di Hamilton-Jacobi	181

5. La funzione principale di Hamilton-Jacobi.	184
6. La propagazione per onde nello spazio delle configurazioni.	186

Capitolo 10. I sistemi completamente integrabili e il teorema di Liouville-Arnold.

1. I sistemi completamente integrabili.	189
2. Le variabili angolo-azione.	194
3. Variabili angolo-azione per l'oscillatore armonico.	199
4. Variabili angolo-azione per un punto in un campo di forze newtoniano.	200
5. Le regole di quantizzazione di Bohr, Sommerfeld, Wilson.	205

Capitolo 11. Elementi di Dinamica hamiltoniana dipendente dal tempo.

1. La struttura di contatto per lo spazio-tempo delle fasi per la Meccanica dipendente dal tempo.	209
2. Coordinate canoniche o di contatto.	211
3. Campi hamiltoniani dipendenti dal tempo.	214
4. L'equazione di Hamilton-Jacobi.	216

Capitolo 12. Elementi di Meccanica statistica dell'equilibrio.

1. Introduzione.	219
2. Il sistema microscopico S e la teoria cinetica dei gas.	220
3. Il sistema microscopico S e la Meccanica statistica.	224
4. Qualche commento sull'ipotesi ergodica.	227
5. Alcune formule fondamentali relative alla funzione di struttura $\omega(E)$.	229
6. Qualche semplice applicazione termodinamica.	233
7. Il teorema di equipartizione dell'energia cinetica.	235
8. La distribuzione di Boltzmann.	236

SEZIONE 4 MECCANICA DEI SISTEMI CONTINUI

Capitolo 13. Elementi di Meccanica dei continui.

1. Equazioni del moto e deformazioni infinitesime.	243
2. Elementi di cinematica di un sistema continuo.	247
3. Qualche utile formula di Cinematica.	250
4. Moti rigidi, irrotazionali ed isovolumici.	252

5. Equazione di continuità per la massa.	253
6. Equazione di bilancio della quantità di moto; forze di massa e sforzi.	254
7. Teorema di Cauchy e tensore degli sforzi; equazione locale del bilancio della quantità di moto.	256
8. Equazione del bilancio del momento angolare.	258

Capitolo 14. Elementi di Meccanica dei fluidi e di Elasticità lineare.

1. Considerazioni sull'equilibrio di un fluido perfetto.	261
2. La legge di Stevino e il principio di Archimede.	262
3. Alcuni fondamentali teoremi di Dinamica di un fluido perfetto in un campo di forze conservative.	265
4. Problemi al contorno per un fluido perfetto.	269
5. Qualche considerazione sui moti stazionari piani di un fluido perfetto incompressibile.	271
6. Velocità delle onde nei fluidi compressibili.	274
7. Teorema di Kutta-Joukowski e paradosso di D'Alembert.	275
8. Prime considerazioni sui fluidi viscosi.	279
9. Equazione di Navier-Stokes e problemi al contorno.	281
10. Due semplici applicazioni dell'equazione di Navier-Stokes.	282
11. Formulazione adimensionale dell'equazione di Navier-Stokes e approssimazione dello strato limite.	285
12. Continui elasticci isotropi.	287
13. Le equazioni dell'elasticità lineare.	289
14. Onde longitudinali e trasversali in un mezzo elastico lineare e isotropo.	291

Capitolo 15. Nozioni di termomeccanica dei sistemi continui

1. Equazione del bilancio di energia.	293
2. Diseguaglianza dell'entropia.	295
3. Equazioni ed assiomi costitutivi.	297
4. I fluidi perfetti termodinamici compressibili.	300

SEZIONE 5 ELEMENTI DI RELATIVITÀ RISTRETTA

Capitolo 16. Elementi di Relatività ristretta.

1. Difficoltà della Fisica prerelativistica.	307
2. Cinematica relativistica e trasformazioni di Lorentz.	308
3. Prime conseguenze delle trasformazioni di Lorentz.	312

4. Composizione relativistica delle velocità.	314
5. Il principio di relatività ristretta.	316
6. Dinamica relativistica di una particella.	317
7. Lo spazio-tempo di Minkowski.	321
8. Interpretazione fisica dello spazio-tempo di Minkowski e formulazione tensoriale delle leggi fisiche.	325
9. Formulazione tensoriale della Dinamica di una particella.	327
10. Richiami di Meccanica dei sistemi continui classici.	329
11. Le equazioni relativistiche di un sistema continuo e il tensore impulso-energia.	331
12. Una fondamentale rappresentazione del tensore impulso-energia.	334
13. L'equazione di continuità per la carica.	336
14. La covarianza delle equazioni di Maxwell per il vuoto.	337