

BRUNO FINZI

MECCANICA RAZIONALE

VOLUME SECONDO

D I N A M I C A

TERZA EDIZIONE



ZANICHELLI BOLOGNA

INDICE

DINAMICA FISICA

Cap. XIV. - CONCETTI E LEGGI FONDAMENTALI

Riferimento e punto materiale.

Riferimento assoluto	pag. 1
Punto materiale	2

Leggi fondamentali della Dinamica.

Principio di relatività galileiana	3
Legge d'inerzia	4
Legge fondamentale - Massa - Forza motrice	5
Legge dell'azione e della reazione	10
Ulteriori considerazioni sulle tre leggi della Dinamica	11

Forza motrice.

Caratteristiche della forza motrice	13
Campi di forze	15
Campo gravitazionale	16

Lavoro ed energia.

Lavoro	19
Potenziale	20
Lavoro in un movimento - Potenza	24
Energia cinetica	25

Cap. XV. - AZIONI E CARATTERISTICHE MECCANICHE

Azioni fra sistemi materiali	pag. 29
--	---------

Teoremi di conservazione.

Conservazione della massa	29
Conservazione del risultante e del momento delle forze	32
Conservazione della quantità di moto	32
Conservazione della velocità del baricentro	33
Conservazione del momento delle quantità di moto	34
Conservazione dell'energia	35

Caratteristiche meccaniche dei sistemi materiali.

Massa - Centro di massa	40
-----------------------------------	----

Momento d'inerzia	pag. 41
Momenti d'inerzia rispetto ad assi paralleli	» 44
Momenti d'inerzia rispetto ad assi concorrenti	» 45
Momenti d'inerzia di linee e superficie materiali	» 48
Risultante e momento delle forze	» 50
Risultante e momento delle quantità di moto	» 50
Energia	» 53
Energia cinetica	» 53
Lavoro - Potenza	» 56
Energia potenziale	» 57
Potenziale in un campo gravitazionale (newtoniano)	» 58
<i>Equazioni cardinali.</i>	
Teorema della quantità di moto	» 63
Teorema del moto del baricentro	» 64
Teorema del momento delle quantità di moto	» 66
Sistema cardinale	» 68
Teorema dell'energia cinetica	» 69
<i>Principi termodinamici.</i>	
Primo principio della Termodinamica	» 72
Temperatura	» 74
Secondo principio della Termodinamica	» 75
Teorema di Carnot	» 77
Entropia	» 81
Equazione fondamentale della Termodinamica	» 82
Equilibrio termico	» 82

Cap. XVI. — MECCANICA RELATIVA

Mechanica relativa del punto materiale.

Leggi fondamentali della Dinamica relativa	pag. 85
Equilibrio relativo del punto materiale	» 86
Movimento gravitazionale di due corpi	» 87
Forze apparenti centrifughe	» 90
Variazione della gravità con la latitudine	» 93
Deviazione dei gravi per la rotazione terrestre	» 94
Pendole di Foucault	» 97

Mechanica relativa dei sistemi.

Caratteristiche meccaniche nel movimento relativo	» 98
Equazioni cardinali	» 101
Equilibrio relativo di un sistema	» 101
Equilibrio relativo di masse fluide rotanti	» 105
Cenno sul problema matematico della figura della Terra	» 108
Le maree	» 109

Cap. XVII. — MECCANICA RELATIVISTICA

Relatività ristretta.

Principio di relatività	pag. 111
Legge d'inerzia	» 112
Massa relativistica	» 114
Legge fondamentale della Dinamica relativistica	» 115
Teorema dell'energia cinetica	» 116
Massa dell'energia	» 117

Relatività generale.

Movimento inerziale	» 118
Postulati della relatività generale	» 120
Lo spazio-tempo dei fenomeni gravitazionali	» 123
Tensore energetico	» 124
Equazioni gravitazionali	» 126
Conseguenze della teoria gravitazionale einsteiniana	» 128
Problema cosmologico	» 130
Estensioni	» 131

Cap. XVIII.

DIMENSIONI E UNITÀ DI MISURA DELLE QUANTITÀ MECCANICHE

Dimensioni delle quantità meccaniche	pag. 133
Omogeneità delle relazioni meccaniche	» 134
Unità di misura	» 135
Metodi dimensionali	» 139
Modelli meccanici	» 143
Regola di Newton	» 146
Modelli parziali	» 149

CALCOLO DEL MOVIMENTO

Cap. XIX. — DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE

Punto materiale libero.

Generalità	pag. 163
Integrali	» 165
Moto dei gravi nel vuoto	» 167
Moto verticale dei gravi nell'aria	» 167
Moto curvilineo dei gravi nell'aria	» 169
Problema balistico fondamentale	» 164
Moto di un punto materiale soggetto ad una forza centrale	» 166
Moto di un punto materiale soggetto a forza newtoniana	» 170
Moto di un punto materiale soggetto a forza elastica	» 175
Vibrazioni smorzate	» 178
Vibrazioni forzate	» 181

Punto materiale vincolato.

Movimento di un punto materiale vincolato ad una linea fissa liscia	pag. 185
Reazione vincolare	• 188
Casi particolari	• 191
Pendolo semplice	• 193
Piccole oscillazioni pendolari	• 196
Pendolo cicloïdale	• 198
Movimento di un punto materiale vincolato ad una linea fissa scabra	• 200
Movimento di un grave su di una retta inclinata scabra	• 202
Movimento di un punto materiale vincolato ad una superficie fissa liscia	• 203
Moto spontaneo su di una superficie liscia	• 205
Pendolo sferico	• 206
Movimento di un punto materiale vincolato ad una superficie fissa scabra	• 209
Movimento di un punto materiale soggetto a vincoli mobili	• 210

Cap. XX. — DINAMICA DEL CORPO RIGIDO

Equazioni caratteristiche.

Corpo rigido libero	pag. 215
Corpo rigido vincolato	• 215

Dinamica del corpo rigido con un asse fisso.

Calcolo del movimento di un corpo rigido con un asse fisso	• 217
Reazioni vincolari	• 220
Casi particolari	• 222
Pendole composte	• 223

Dinamica del corpo rigido con un punto fisso.

Calcolo del movimento di un corpo rigido con un punto fisso	• 227
Moto per inerzia di un corpo rigido attorno ad un punto fisso	• 229
Moto alla Poinsot	• 232
Rotazioni permanenti	• 233
Fenomeni giroscopici elementari	• 234
Moto di un corpo rigido pesante con un punto fisso	• 237
Giroscopio pesante	• 237

Dinamica del corpo rigido libero.

Calcolo del movimento di un corpo rigido libero	• 241
Moto per inerzia di un corpo rigido libero	• 243
Movimento di un corpo rigido libero pesante	• 243
Movimento nell'aria di un corpo rigido libero pesante	• 243

Cap. XXI. — DINAMICA DEI SISTEMI

Equazione simbolica della Dinamica.

Postulati fondamentali	pag. 247
Relazione ed equazione simbolica della Dinamica	• 248

Principio di d'Alembert	pag. 250
Conseguenze immediate dell'equazione simbolica della Dinamica	» 253
Teorema dell'energia cinetica	» 255
Sollecitazioni conservative e integrali dell'energia elastica	» 256
<i>Dinamica dei sistemi elastici.</i>	
Prima forma delle equazioni di Lagrange	» 259
Seconda forma delle equazioni di Lagrange	» 261
Equazioni di Lagrange per sollecitazioni conservative	» 265
Integrali dei momenti cinetici	» 266
Integrale dell'energia	» 268
<i>Stabilità e vibrazioni.</i>	
Teorema di Dirichlet	» 269
Piccole oscillazioni attorno ad una posizione di equilibrio stabile	» 270
Piccole oscillazioni attorno a moti metastatici	» 276
<i>Dinamica dei sistemi anisotropi.</i>	
Equazioni di Maggi e di Appoll	» 277
<i>Equazioni canoniche.</i>	
Sistemi hamiltoniani	» 280
La funzione di Hamilton	» 282
Spazio delle fasi - Integrali	» 283
Trasformazioni canoniche	» 284
Metodi di integrazione di Jacobi	» 286
Applicazione al problema fondamentale della Meccanica celeste	» 288
Perturbazioni	» 292
Aspetto ondulatorio dei fenomeni meccanici	» 295
Varietà caratteristiche dell'equazione di d'Alembert	» 297
Cenni sulla Meccanica ondulatoria	» 298
Gruppi di onde e sciame di corpuscoli	» 300
<i>Principi variazionali.</i>	
Principio di Gauss	» 302
Principio di Hertz	» 305
Principio di Hamilton	» 307
Principio dell'azione stazionaria	» 311

Cap. XXII. - DINAMICA DEI CONTINUI DEFORMABILI

Dinamica dei fili.

Equazioni della Dinamica del filo	pag. 316
Piccoli moti trasversali di un filo	» 318
Piccoli moti trasversali di un filo omogeneo indefinito	» 320
Vibrazioni di una corda omogenea fissata agli estremi	» 322

Dinamica delle verghe.

Equazioni della Dinamica delle verghe	» 325
Piccole vibrazioni trasversali di una verga rettilinea elastica	» 327

Vibrazioni trasversali di una verga rettilinea omogenea fissata agli estremi	pag. 328
<i>Dinamica delle membrane e delle lastre.</i>	
Equazioni della Dinamica delle membrane	» 331
Piccoli moti trasversali di una membrana piana	» 333
Vibrazioni di una membrana omogenea rettangolare fissata al contorno	» 335
Equazioni della Dinamica delle lastre	» 337
<i>Dinamica dei corpi deformabili continui.</i>	
Equazioni della Dinamica dei corpi continui	» 338
<i>Dinamica dei corpi elastici.</i>	
Equazioni della Dinamica dei corpi elastici	» 340
Dinamica dei corpi elastici isotropi	» 342
Onde elastiche piane	» 345
Onde elastiche sferiche	» 347
Vibrazioni elastiche di un parallelepipedo rettangolo fissato al contorno	» 348
<i>Dinamica dei fluidi.</i>	
Equazioni della Dinamica dei fluidi	» 349
Fluidi perfetti	» 351
Teorema di Bernoulli	» 354
Movimenti irrotazionali	» 355
Piccoli moti dei gas e propagazione del suono nell'aria	» 358
Onde sulla superficie libera di un liquido	» 360
Vortici	» 364
Vortici nei fluidi perfetti	» 366
Fluidi viscosi	» 368
Moti lenti di fluidi viscosi	» 372
Azioni dinamiche	» 373
Masses apparenti	» 376
Paradossio di d'Alembert	» 378
Teorema di Kutia-Joukowski ed azione sustentatrice delle ali	» 381
Resistenza esercitata dai fluidi	» 384

Cap. XXIII. — DINAMICA IMPULSIVA

<i>Dinamica impulsiva del punto materiale.</i>	
Impulso	pag. 387
Legge fondamentale della Dinamica impulsiva	» 388
Variazione dell'energia cinetica	» 389
<i>Equazioni cardinali.</i>	
Teorema della quantità di moto e del momento delle quantità di moto nel movimento impulsivo	» 389
Teorema dell'energia cinetica nel moto impulsivo	» 391

Urti centrale	pag. 301
Energia interna in un gas perietto monoatomico	» 304
<i>Dinamica impulsiva dei corpi rigidi.</i>	
Dinamica impulsiva dei corpi rigidi liberi	» 398
Dinamica impulsiva dei corpi rigidi vincolati	» 397
L'pendolo balistico	» 397
<i>Dinamica impulsiva dei sistemi.</i>	
Equazione simbolica della Dinamica impulsiva	» 398
Dinamica impulsiva dei sistemi olonomi	» 399
l'principio variazionale di Robin	» 401
Proprietà dell'energia cinetica nel moto impulsivo di sistemi a vincoli fissi	» 402

Cap. XXIV. — MECCANICA STATISTICA

<i>Statistica delle folle di monadi individuabili.</i>	
Configurazione statistica di un sistema	pag. 405
Numero delle complessioni	» 406
Ipotesi statistiche fondamentali	» 407
Configurazione statistica più probabile	» 408
Passaggio al continuo — Invarianza e conservazione dell'estensione in fase	» 409
Equipartizione dell'energia cinetica	» 412
Legge di Maxwell	» 416
Interpretazione statistica dell'entropia	» 417
Principio di evoluzione	» 420
Statistica delle folle di monadi individuabili quantizzate	» 421
<i>Statistica delle folle di monadi non individuabili.</i>	
Ipotesi statistiche fondamentali	» 423
Statistiche particolari	» 425