

P. Mazzoldi

M. Nigro

C. Voci

Dipartimento di Fisica Galileo Galilei – Padova

ELEMENTI DI FISICA

MECCANICA – TERMODINAMICA

SECONDA EDIZIONE



Indice generale

MECCANICA

1 Cinematica del punto: moto rettilineo 5

- 1.1 Introduzione 5
- 1.2 Moto rettilineo 6
- 1.3 Velocità nel moto rettilineo 7
- 1.4 Accelerazione nel moto rettilineo 10
- 1.5 Moto verticale di un corpo 15
- 1.6 Moto armonico semplice 16
- 1.7 Moto rettilineo smorzato esponenzialmente 19
- 1.8 Velocità e accelerazione in funzione della posizione 19
- 1.9 Moto relativo rettilineo 22
 - Riepilogo 23
 - Quesiti 24
 - Problemi 25

2 Cinematica del punto: moto nel piano 28

- 2.1 Moto nel piano. Posizione e velocità 28
- 2.2 Accelerazione nel moto piano 31
- 2.3 Moto circolare 33
- 2.4 Moto parabolico dei corpi 38
- 2.5 Moto nello spazio 41
- 2.6 Moto relativo nel piano 42
- 2.7 Alcune osservazioni sulla cinematica del punto 43
 - Riepilogo 44
 - Quesiti 45
 - Problemi 45

3 Dinamica del punto: le leggi di Newton 48

- 3.1 Principio d'inerzia. Introduzione al concetto di forza 48
- 3.2 Leggi di Newton 49
- 3.3 Quantità di moto. Impulso 51
- 3.4 Risultante delle forze. Equilibrio. Reazioni vincolari 53

- 3.5 Classificazione delle forze 56
- 3.6 Azione dinamica delle forze 56
- 3.7 Forza peso 58
- 3.8 Forza di attrito radente 60
- 3.9 Piano inclinato 63
- 3.10 Forza elastica 66
- 3.11 Forza di attrito viscoso 68
- 3.12 Forze centripete 70
- 3.13 Pendolo semplice 72
- 3.14 Tensione dei fili 74
 - Riepilogo 77
 - Quesiti 79
 - Problemi 80

4 Dinamica del punto: lavoro, energia, momenti 86

- 4.1 Lavoro. Potenza. Energia cinetica 86
- 4.2 Lavoro della forza peso 89
- 4.3 Lavoro di una forza elastica 91
- 4.4 Lavoro di una forza di attrito radente 92
- 4.5 Forze conservative. Energia potenziale 93
- 4.6 Conservazione dell'energia meccanica 95
- 4.7 Momento angolare. Momento della forza 99
- 4.8 Alcune osservazioni sulla dinamica del punto 102
 - Riepilogo 103
 - Quesiti 104
 - Problemi 105

5 Moti relativi 110

- 5.1 Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazione relative 110
- 5.2 Sistemi di riferimento inerziali. Relatività galileiana 113
- 5.3 Moto di trascinamento traslatorio rettilineo 114
- 5.4 Moto di trascinamento rotatorio uniforme 119
- 5.5 Alcuni commenti 122

Riepilogo	124
Questiti	125
Problemi	125

6 Dinamica dei sistemi di punti materiali 127

- 6.1 Sistemi di punti. Forze interne e forze esterne 127
- 6.2 Centro di massa di un sistema di punti. Teorema del moto del centro di massa 129
- 6.3 Conservazione della quantità di moto 133
- 6.4 Teorema del momento angolare 135
- 6.5 Conservazione del momento angolare 137
- 6.6 Sistema di riferimento del centro di massa 138
- 6.7 Teoremi di König 139
- 6.8 Il teorema dell'energia cinetica 142
- 6.9 Considerazioni riassuntive 145
- 6.10 Proprietà dei sistemi di forze applicate a punti diversi 146
 - Riepilogo 148
 - Questiti 149
 - Problemi 149

7 Dinamica del corpo rigido 152

- 7.1 Definizione di corpo rigido. Prime proprietà 152
- 7.2 Corpo continuo. Densità. Posizione del centro di massa 153
- 7.3 Moto di un corpo rigido 157
- 7.4 Rotazioni rigide attorno ad un asse fisso in un sistema di riferimento inerziale 160
- 7.5 Momento d'inerzia 166
- 7.6 Teorema di Huygens-Steiner 169
- 7.7 Pendolo composto 172
- 7.8 Moto di puro rotolamento 173
- 7.9 Impulso angolare. Momento dell'impulso 178
- 7.10 Leggi di conservazione nel moto di un corpo rigido 179
- 7.11 Equilibrio statico del corpo rigido 182
- 7.12 Riepilogo sulla dinamica del corpo rigido 186
- 7.13 Cenni sulle proprietà elastiche dei solidi 186

Riepilogo	194
Questiti	195
Problemi	196

8 Fenomeni d'urto 205

- 8.1 Urti tra due punti materiali 205
- 8.2 Urto completamente anelastico 208
- 8.3 Urto elastico 210
- 8.4 Urto anelastico 213
- 8.5 Urti tra punti materiali e corpi rigidi o tra corpi rigidi 214
 - Riepilogo 218
 - Questiti 219
 - Problemi 219

9 Proprietà meccaniche dei fluidi 225

- 9.1 Generalità sui fluidi. Pressione 225
- 9.2 Equilibrio statico di un fluido in presenza della forza peso 227
- 9.3 Principio di Archimede 235
- 9.4 Attrito interno. Viscosità. Fluido ideale 235
- 9.5 Moto di un fluido. Regime stazionario. Portata 236
- 9.6 Teorema di Bernoulli 238
- 9.7 Applicazioni del teorema di Bernoulli 240
- 9.8 Effetti dinamici. Vortici 243
- 9.9 Moto laminare 244
- 9.10 Moto vorticoso. Numero di Reynolds 245
- 9.11 Moto in un fluido. Resistenza del mezzo 247
 - Riepilogo 248
 - Questiti 249
 - Problemi 250

10 Oscillazioni 251

- 10.1 Richiamo delle proprietà già viste 251
- 10.2 Proprietà dell'equazione differenziale dell'oscillatore armonico 252
- 10.3 Energia dell'oscillatore armonico 254
- 10.4 Somma di moti armonici sullo stesso asse 257
- 10.5 Somma di moti armonici su assi ortogonali 260
- 10.6 Oscillatore armonico smorzato da una forza viscosa 262
- 10.7 Oscillatore armonico forzato 266

- 10.8 Analisi di Fourier 270
- 10.9 Oscillazioni e onde 271
 - Riepilogo 272
 - Quesiti 274
 - Problemi 274

11 Gravitazione 275

- 11.1 Forze centrali 275
- 11.2 La forza gravitazionale 277
- 11.3 Massa inerziale e massa gravitazionale 280
- 11.4 Campo gravitazionale 282
- 11.5 Energia potenziale gravitazionale 284
- 11.6 Moto di un corpo sottoposto alla forza gravitazionale: soluzione generale 287
- 11.7 Cenni di relatività generale 289
 - Riepilogo 290
 - Quesiti 291
 - Problemi 292

TERMODINAMICA

12 Primo principio della termodinamica 295

- 12.1 Sistemi e stati termodinamici 295
- 12.2 Equilibrio termodinamico. Principio dell'equilibrio termico 297
- 12.3 Definizione di temperatura. Termometri 298
- 12.4 Sistemi adiabatici. Esperimenti di Joule. Calore 301
- 12.5 Primo principio della termodinamica. Energia interna 302
- 12.6 Trasformazioni termodinamiche. Lavoro e calore 305
- 12.7 Calorimetria 308
- 12.8 Processi isotermi. Cambiamenti di fase 312
- 12.9 Trasmissione del calore 315
- 12.10 Dilatazione termica di solidi e liquidi 318
 - Riepilogo 320
 - Quesiti 322
 - Problemi 323

13 Gas ideali e reali 324

- 13.1 Leggi dei gas. Equazione di stato dei gas ideali 324

- 13.2 Termometro a gas ideale a volume costante 329
- 13.3 Trasformazioni di un gas. Lavoro 331
- 13.4 Calore. Calori specifici 334
- 13.5 Energia interna del gas ideale 335
- 13.6 Studio di alcune trasformazioni 339
- 13.7 Trasformazioni cicliche. Ciclo di Carnot 345
- 13.8 Gas reali. Equazione di stato. Energia interna 350
- 13.9 Diagrammi pV . Diagrammi pT . Formula di Clapeyron 352
- 13.10 Teoria cinetica dei gas 357
- 13.11 Significato cinetico di temperatura e calore 363
 - Riepilogo 364
 - Quesiti 366
 - Problemi 367

14 Secondo principio della termodinamica 373

- 14.1 Enunciati del secondo principio della termodinamica 373
- 14.2 Reversibilità e irreversibilità 375
- 14.3 Teorema di Carnot 376
- 14.4 Temperatura termodinamica assoluta 380
- 14.5 Teorema di Clausius 381
- 14.6 La funzione di stato entropia 383
- 14.7 Il principio di aumento dell'entropia 387
- 14.8 Calcoli di variazioni di entropia 388
- 14.9 Entropia del gas ideale 394
- 14.10 Energia inutilizzabile 396
- 14.11 Conclusioni termodinamiche sull'entropia 398
- 14.12 Cenni sul terzo principio della termodinamica 398
 - Riepilogo 399
 - Quesiti 400
 - Problemi 401

A Appendice 406

- Richiami matematici 406

B Appendice 411

- Le unità di misura 411

C Appendice 417

- Calcolo vettoriale 417

**Guida alla risoluzione
dei problemi.**
Risultati numerici 428

Indice analitico 460