

SERGIO ROSATI

Professore di Istituzioni di Fisica Nucleare
Istituto di Fisica - Università di Pisa

FISICA GENERALE

MECCANICA
ACUSTICA
TERMOLOGIA
TERMODINAMICA
TEORIA CINETICA DEI
GAS



CASA EDITRICE AMBROSIANA
MILANO

INDICE

Capitolo 1 - Misure e grandezze fisiche	1
1. Introduzione	1
2. Il metodo scientifico	2
3. Grandezze fisiche	3
4. Sistemi di unità di misura e equazioni dimensionali	5
Problemi proposti	10
Capitolo 2 - Cinematica del punto	11
1. Introduzione	11
2. Moto uniforme	12
3. Moto vario	14
4. Calcolo della velocità scalare col metodo grafico	16
5. Grafico velocità scalare-tempo	17
6. Velocità vettoriale	21
7. Accelerazione	25
8. I moti rettilinei più importanti	26
9. Moto di caduta libera dei corpi	33
10. Moto circolare uniforme	39
11. Studio del moto circolare uniforme in coordinate cartesiane	42
12. Moto circolare vario	42
13. Accelerazione in un moto con traiettoria curva	45
14. Moto piano in coordinate polari	46
Problemi proposti	50
Capitolo 3 - Moti relativi - Composizione dei movimenti	54
1. Introduzione	54
2. Velocità relativa di due corpi	54
3. Cinematica dei moti relativi	55
4. Relazioni tra le velocità e le accelerazioni rispetto a due sistemi di riferimento in moto relativo	63
5. Composizione di due movimenti sopra uno stesso asse	66
6. Composizione di due movimenti sopra assi ortogonali	67
Problemi proposti	70

Capitolo 4 - Dinamica del punto materiale	73
1. Introduzione	73
2. Il primo principio di Newton o principio di inerzia	74
3. La massa di un corpo	78
4. Il secondo principio di Newton	82
5. Statica del punto materiale	85
6. La forza peso	87
7. Principali tipi di forze	90
8. Densità e peso specifico	94
9. Il terzo principio di Newton	96
10. Misura statica delle forze	102
11. Misurazione delle masse	104
12. Il problema generale della Dinamica del punto.	
Alcuni casi particolari	106
Problemi proposti	120
Capitolo 5 - L'attrito	123
1. Attrito statico; equilibrio sopra una superficie scabra	123
2. Moto sopra una superficie scabra; attrito dinamico	126
3. Forze di attrito nei fluidi	128
4. Viscosità	130
Problemi proposti	133
Capitolo 6 - Gravitazione universale	135
1. Introduzione	135
2. Legge di gravitazione universale	138
3. La gravitazione terrestre e il peso dei corpi	141
4. Il campo gravitazionale	143
5. Satelliti terrestri artificiali	145
Problemi proposti	149
Capitolo 7 - Dinamica dei moti relativi. Sistemi non inerziali	151
1. Sistemi di riferimento in moto relativo traslatorio	151
2. Sistemi di riferimento in moto relativo qualunque	154
3. La rotazione terrestre	155
Problemi proposti	159
Capitolo 8 - Impulso, lavoro ed energia	162
1. Introduzione	162
2. Impulso e quantità di moto. Teorema dell'impulso	163
3. Lavoro di una forza	167
4. Energia cinetica e teorema delle forze vive	173
5. Energia potenziale della forza peso	176
6. Campi di forze conservativi. Conservazione dell'energia meccanica	179

7. Relazione tra forza e energia potenziale	187
8. Meccanica Relativistica	191
Problemi proposti	199
Capitolo 9 - Studio del moto di un punto materiale in un campo di forza centrale	202
1. Momento di una forza e momento angolare	202
2. Campo di forza centrale	207
3. Missili balistici	210
4. Moto dei satelliti terrestri	213
Problemi proposti	215
Capitolo 10 - Dinamica dei sistemi	217
1. Forze interne e forze esterne	217
2. La prima e la seconda equazione cardinale	219
3. Moto del centro di massa di un sistema di punti materiali	223
4. Sistema di due punti materiali, Massa ridotta	228
5. Energia cinetica di un sistema materiale e teoremi dell'energia	230
6. Sistemi continui	235
Problemi proposti	238
Capitolo 11 - Dinamica dell'urto	240
1. Introduzione	240
2. Teoremi di conservazione	241
3. Urto centrale elastico	244
4. Urto centrale perfettamente anelastico	246
5. Esplosione e salti	247
6. Urto obliquo	249
Problemi proposti	251
Capitolo 12 - Dinamica del corpo rigido	254
1. Introduzione. Moto traslatorio	254
2. Cinematica del moto traslatorio	255
3. Momento d'inerzia rispetto a un asse	257
4. Teorema di Huygens-Steiner	262
5. Dinamica rotazionale del corpo rigido	264
6. Conservazione del momento della quantità di moto rispetto ad un asse	269
7. Corpo rigido che rotola senza scivolare sopra un piano scabro	272
8. Oscillazioni di torsione	276
9. Pendolo composto	278
10. Asse permanenti di rotazione	281
11. Il giroscopio	283
Problemi proposti	286
Capitolo 13 - Statica dei sistemi rigidi	289
1. Introduzione	289
2. Statica del punto materiale	289

3. Statica del corpo rigido	292
4. Composizione di forze applicate ad un corpo rigido	294
5. Composizione di forze parallele. Caso della forza peso	296
6. Equilibrio di un corpo rigido vincolato	298
7. L'equilibrio delle forze nelle macchine	301
Problemi proposti	303
Capitolo 14 - Elasticità	306
1. Proprietà elastiche dei corpi	306
2. Elasticità per trazione e compressione	307
3. Elasticità di volume	311
4. Elasticità di scorrimento	313
5. Elasticità di torsione	315
6. Interessi	317
Problemi proposti	318
Capitolo 15 - Statica dei fluidi	320
1. Introduzione	320
2. La pressione all'interno di un fluido	320
3. Variazione della pressione all'interno di un fluido	323
4. Legge di Archimede	325
5. Il barometro di Torricelli	328
6. Liquido pesante in rotazione attorno ad un asse	331
Problemi proposti	332
Capitolo 16 - I fenomeni di superficie	333
1. Forze intermolecolari e i diversi stati della materia	335
2. Tensione superficiale	336
3. Linee di contatto	339
4. Fenomeni capillari	341
5. Pressione in una bolla	342
Problemi proposti	344
Capitolo 17 - Dinamica dei fluidi	346
1. Introduzione	346
2. Moto dei fluidi e linee di corrente	347
3. Teorema di Bernoulli	350
4. Il tubo di Pitot	356
5. Moto dei liquidi reali	357
6. Moto di un corpo immerso in un fluido	361
Problemi proposti	362
Capitolo 18 - Oscillazioni e onde	364
1. Moti oscillatori di un punto materiale	364
2. Propagazione per onde	371

3. Corda vibrante	372
4. Onde sinusoidali	376
5. Principio di sovrapposizione. Interferenza	379
6. Oscillazione di una corda fissa ai due estremi	381
7. Onde elastiche	384
8. Onde sferiche	387
9. Effetto Doppler	389
Problemi proposti	392
Capitolo 19 - Acustica	394
1. Introduzione	394
2. Proprietà delle onde sonore	395
3. Velocità di propagazione del suono	401
4. Caratteri distintivi dei suoni	405
5. Vibrazione dell'aria nei tubi sonori	410
Problemi proposti	413
Capitolo 20 - Termometria	415
1. Introduzione	415
2. Temperatura	415
3. Termometro a mercurio	417
4. Termometri a gas e scala assoluta della temperatura	421
5. Dilatazione termica dei liquidi	427
6. Dilatazione termica dei solidi	430
Problemi proposti	435
Capitolo 21 - Calorimetria	437
1. Calori specifici e quantità di calore	437
2. Misura delle quantità di calore. Calorimetri	442
3. Calori latenti dei cambiamenti di stato	445
4. Potere calorifico	448
5. Propagazione del calore	449
Problemi proposti	454
Capitolo 22 - Trasformazioni di un sistema termodinamico	455
1. Stato di un sistema	455
2. Trasformazioni reversibili e trasformazioni irreversibili	457
3. Rappresentazione grafica delle trasformazioni	462
4. Esempi di trasformazioni	463
5. Lavoro delle forze di pressione	464
Problemi proposti	468
Capitolo 23 - Gas perfetti	470
1. Equazione di stato dei gas perfetti	470
2. Capacità termiche molecolari dei gas perfetti	476
Problemi proposti	479

Capitolo 24 - Gas reali	481
1. Isoterme di un gas reale	481
2. Equazione di Van Der Waals	485
3. Evaporazione	488
4. Solidificazione, fusione e sublimazione	496
5. Igrometria	492
Problemi proposti	493
Capitolo 25 - Soluzioni	495
1. Diffusione	495
2. Pressione osmotica	496
3. Soluzioni elettrolitiche	498
4. Termodinamica delle soluzioni	499
Capitolo 26 - Il primo principio della Termodinamica	502
1. L'energia meccanica	502
2. Il principio dell'equivalenza	503
3. Il primo principio della Termodinamica	508
4. Conferme sperimentali del primo principio della Termodinamica	514
Problemi proposti	515
Capitolo 27 - Applicazione del primo principio della Termodinamica ai gas perfetti	517
1. L'esperienza di Joule	517
2. Calcolo dell'energia interna di un gas perfetto	519
3. La relazione di Mayer: $C_p - C_v = R$	520
4. Trasformazioni adiabatiche di un gas perfetto	521
5. Esperienza di Clément e Desormes	524
6. Trasformazioni di un gas perfetto	527
7. Il ciclo di Carnot con un gas perfetto	528
Problemi proposti	535
Capitolo 28 - Il secondo principio della Termodinamica	538
1. Introduzione	538
2. Enunciati di Clausius e di Kelvin	539
3. Teorema di Carnot	541
4. Macchine frigorifere	544
5. Reversibilità e irreversibilità	546
6. La temperatura termodinamica assoluta	548
7. Macchina termica ciclica funzionante con un numero qualunque di sorgenti di calore	549
Problemi proposti	551
Capitolo 29 - L'entropia	553
1. Una nuova funzione di stato: l'entropia	553
2. Applicazione alle trasformazioni reversibili	557

3. Entropia e possibilità di lavoro, Diagrammi $S - T$	562
4. Applicazioni alle trasformazioni irreversibili	564
5. Degradazione dell'energia	565
6. Equilibrio termodinamico e potenziali termodinamici	570
Problemi proposti	572
 Capitolo 30 - La teoria cinetica dei gas	574
1. Introduzione	574
2. Teoria cinetica dei gas perfetti	575
3. La distribuzione maxwelliana delle velocità	580
4. Energia interna e capacità termiche dei gas perfetti	584
5. Teoria cinetica e gas reali	587
6. Urti molecolari e cammino libero medio	591
7. Alcune applicazioni dell'equazione del trasporto	594
8. Moti browniani	598
Problemi proposti	600
 Capitolo 31 - Cenni di Termodinamica Statistica	601
1. Introduzione	601
2. Un semplice modello di ripartizione molecolare	602
3. Entropia e disordine	605
4. La distribuzione canonica	607
5. La distribuzione di Maxwell	611
 Appendice A - Sistemi di coordinate di uso frequente	614
 Appendice B - Formule matematiche e funzioni di uso frequente	618
1. Formule matematiche	618
2. Funzione logaritmica e funzione esponenziale	619
3. Funzioni trigonometriche	621
 Appendice C - Derivate e integrali di funzioni di uso frequente	624
1. Derivate	624
2. Sviluppi in serie	628
3. Funzioni di più variabili, Derivate parziali	629
4. Integrali indefiniti e definiti	639
 Appendice D - Vettori e cenni di calcolo vettoriale	633
1. Vettori e grandezze vettoriali	633
2. Operazioni con vettori	635
3. Utilità della notazione vettoriale	640
Problemi proposti	641
 Appendice E - Equazioni differenziali	644
Problemi proposti	648

Appendice F - Sistemi di unità di misura	650
1. Il metro	650
2. Il chilogrammo-massa	651
3. Il secondo	651
4. Sistemi di misura MKS, CGS e Pratico	652
5. Altre unità di misura di uso frequente	655
Appendice G - Massa inerziale e massa gravitazionale	656
Appendice H - Moto sotto l'azione di una forza inversamente proporzionale al quadrato della distanza da un centro fisso . .	658
Appendice I - Oscillazioni smorzate e oscillazioni forzate	664
1. Oscillazioni smorzate	664
2. Oscillazioni forzate	666
Appendice L - La struttura molecolare ed atomica della materia	670
1. Leggi fondamentali delle reazioni chimiche	670
2. L'ipotesi molecolare e la legge di Avogadro	671
3. Alcune definizioni	672
Appendice M - Sistemi con stati rappresentabili nel piano p, V	674
1. Teoremi matematici	674
2. Variazioni di volume, pressione e temperatura per una trasformazione infinitesima	676
3. Capacità termiche	677
Appendice N - Formula di Clapeyron	680
Appendice O - L'ipotesi di Nernst e Planck	683
Riposte ai problemi proposti	685
Tabella 1. Unità di misura e simboli usati per le varie grandezze fisiche . .	709
Tabella 2. Valori di alcune costanti di uso frequente	710
Indice analitico	711