

Indice

Grandezze fisiche	15
1.1 Introduzione	15
1.2 Misura e unità di misura	16
1.3 Equazioni dimensionali	18
Elementi di calcolo vettoriale	21
2.1 Introduzione	21
2.2 Vettore e sue rappresentazioni	21
2.3 Algebra vettoriale	22
2.4 Prodotto per uno scalare	22
2.5 Versore	22
2.6 Somma vettoriale	22
2.7 Differenza vettoriale	23
2.8 Vettori componenti	23
2.9 Componenti ortogonali di un vettore	23
2.10 Vettori nello spazio	24
2.11 Rappresentazioni di un vettore nello spazio	24
2.12 Somma vettoriale col metodo delle componenti	25
2.13 Prodotto scalare	27
2.14 Prodotto scalare col metodo delle componenti	27
2.15 Prodotto vettoriale	28
2.16 Prodotto vettoriale col metodo delle componenti	29
2.17 Momento di un vettore	30
2.18 Derivazione e integrazione di un vettore	31
Cinematica del punto materiale	33
3.1 Introduzione	33
3.2 Velocità scalare media	34
3.3 Velocità scalare istantanea	34
3.4 Determinazione della legge oraria dalla velocità	35
3.5 Accelerazione scalare media e accelerazione scalare istantanea	36
3.6 Determinazione della legge oraria dall'accelerazione	36
3.7 Descrizione del moto nello spazio tridimensionale	38
3.8 Velocità vettoriale	38
3.9 Determinazione della legge oraria dalla velocità vettoriale	39
3.10 Accelerazione vettoriale	40
3.11 Velocità vettoriale nel sistema di riferimento intrinseco della traiettoria	41
3.12 Accelerazione vettoriale nel sistema di riferimento intrinseco della traiettoria	44
3.13 Moto piano nel sistema di coordinate polari	45
3.14 Moto circolare uniforme	47
3.15 Moto circolare uniformemente accelerato	48
3.16 Rappresentazione vettoriale del moto circolare	49
3.17 Moto circolare in coordinate polari e in coordinate intrinseche	49
3.18 Moto circolare uniforme in coordinate cartesiane	50
3.19 Moto armonico semplice unidimensionale	51
Problemi	52

Dinamica del punto materiale	55
4.1 Introduzione	55
4.2 Principi di Newton	55
4.3 Statica	58
4.4 Forze fondamentali	58
4.5 Forza peso.....	59
4.6 Tensione dei fili	59
4.7 Reazione vincolare normale.....	63
4.8 Attrito statico	64
4.9 Attrito dinamico	66
4.10 Attrito viscoso	69
4.11 Forza elastica	71
4.12 Dinamica del moto curvilineo.....	73
4.13 Pendolo semplice	74
Problemi	76
Moti relativi	81
5.1 Introduzione	81
5.2 Moto relativo traslatorio.....	81
5.3 Moto relativo qualsiasi: trasformazione della velocità	82
5.4 Moto relativo qualsiasi: trasformazione dell'accelerazione	84
5.5 Forze apparenti.....	84
5.6 Sistemi inerziali.....	85
5.7 Trasformazioni galileiane.....	85
Problemi	89
Teoremi della dinamica.....	91
6.1 Introduzione	91
6.2 Teorema dell'impulso.....	92
6.3 Conservazione della quantità di moto	92
6.4 Lavoro	93
6.5 Potenza.....	94
6.6 Energia potenziale e forze conservative.....	94
6.7 Energia cinetica e teorema delle forze vive	97
6.8 Bilancio energetico e teorema di conservazione dell'energia meccanica.....	97
6.9 Interpretazione della legge di conservazione dell'energia meccanica.....	101
6.10 Relazione fra forza ed energia potenziale.....	102
6.11 Momento della forza e momento angolare.....	104
6.12 Equazione dei momenti	104
6.13 Conservazione del momento angolare	105
6.14 Lavoro nel moto circolare.....	106
6.15 Forze centrali.....	106
Problemi	108
Dinamica dei sistemi	115
7.1 Introduzione	115
7.2 Risultante delle forze.....	115
7.3 Momento meccanico risultante	116
7.4 Prima equazione cardinale	116
7.5 Centro di massa	117
7.6 Seconda equazione cardinale.....	119
7.7 Sistema del centro di massa	120
7.8 Equazioni cardinali nel sistema del centro di massa.....	121
7.9 Teorema di König del momento angolare	123

7.10	<i>Teorema di König dell'energia cinetica</i>	123
7.11	<i>Estensione ai sistemi di punti materiali dei teoremi dell'energia</i>	124
7.12	<i>Sistemi di forze parallele</i>	125
	<i>Problemi</i>	127
Dinamica del corpo rigido		129
8.1	<i>Introduzione</i>	129
8.2	<i>Corpi continui</i>	130
8.3	<i>Moti traslatorio, rotatorio e rototraslatorio del corpo rigido</i>	131
8.4	<i>Momento d'inerzia</i>	132
8.5	<i>Calcolo del momento d'inerzia</i>	133
8.6	<i>Teorema di Huygens–Steiner</i>	135
8.7	<i>Legge oraria per la rotazione attorno ad un asse fisso</i>	137
8.8	<i>Energia cinetica del corpo rigido</i>	138
8.9	<i>Lavoro e potenza per rotazione attorno ad un asse fisso</i>	140
8.10	<i>Momenti d'attrito</i>	140
8.11	<i>Pendolo composto</i>	141
8.12	<i>Pendolo di torsione</i>	142
8.13	<i>Moto di puro rotolamento</i>	143
8.15	<i>Equilibrio del corpo rigido</i>	147
	<i>Problemi</i>	150
Fenomeni impulsivi e dinamica dell'urto		155
9.1	<i>Introduzione</i>	155
9.2	<i>Urti fra punti materiali</i>	155
9.3	<i>Urti elastici ed anelastici</i>	156
9.4	<i>Urto elastico unidimensionale</i>	156
9.5	<i>Urto perfettamente anelastico</i>	158
9.6	<i>Urti centrali e periferici</i>	158
9.7	<i>Urto elastico obliquo contro una parete liscia</i>	159
9.8	<i>Altri fenomeni impulsivi</i>	159
9.9	<i>Urti con corpi rigidi</i>	160
	<i>Problemi</i>	164
Gravitazione universale		169
10.1	<i>Introduzione</i>	169
10.2	<i>Leggi di Keplero</i>	169
10.3	<i>Forza gravitazionale</i>	169
10.4	<i>Legge di gravitazione universale</i>	171
10.5	<i>Accelerazione di gravità</i>	172
10.6	<i>Massa inerziale e massa gravitazionale</i>	172
10.7	<i>Energia potenziale gravitazionale</i>	173
10.8	<i>Campo gravitazionale</i>	174
10.9	<i>Potenziale gravitazionale</i>	175
10.10	<i>Massa ridotta</i>	176
10.11	<i>Moto in campo gravitazionale</i>	176
	<i>Problemi</i>	178
Meccanica dei fluidi		181
11.1	<i>Introduzione</i>	181
11.2	<i>Pressione</i>	181
11.3	<i>Legge di Stevino e sue applicazioni</i>	182
11.4	<i>Legge di Archimede</i>	184
11.5	<i>Manometri</i>	185

11.6	<i>Descrizioni langrangiana ed euleriana del moto di un fluido</i>	185
11.7	<i>Flusso</i>	186
11.8	<i>Equazione di continuità</i>	186
11.9	<i>Teorema di Bernoulli</i>	187
11.10	<i>Cenni sul moto dei fluidi reali</i>	191
	<i>Problemi</i>	193
Termologia		197
12.1	<i>Introduzione</i>	197
12.2	<i>Dilatazione termica e definizione della scala termometrica</i>	197
12.3	<i>Temperatura assoluta</i>	198
12.4	<i>Equazione di stato dei gas ideali</i>	200
Teoria cinetica dei gas		201
13.1	<i>Introduzione</i>	201
13.2	<i>Relazione fra energia cinetica media e pressione del gas ideale monoatomico</i>	201
13.3	<i>Equazione di stato dei gas ideali e temperatura assoluta</i>	203
13.4	<i>Energia interna</i>	204
13.5	<i>Teorema dell'equipartizione dell'energia</i>	204
13.6	<i>Distribuzione di Maxwell delle velocità</i>	206
13.7	<i>Libero cammino medio</i>	207
Concetti generali della termodinamica		209
14.1	<i>Introduzione</i>	209
14.2	<i>Sistema termodinamico</i>	209
14.3	<i>Trasformazioni termodinamiche</i>	210
14.4	<i>Lavoro termodinamico</i>	211
14.5	<i>Calore</i>	212
14.6	<i>Capacità termica, calore specifico e capacità termiche molari</i>	213
14.7	<i>Transizioni di fase</i>	214
14.8	<i>Sorgenti di calore</i>	215
14.9	<i>Propagazione del calore</i>	216
14.10	<i>Rappresentazione delle trasformazioni termodinamiche</i>	217
14.11	<i>Trasformazioni canoniche</i>	217
14.12	<i>Determinazione della reversibilità e irreversibilità delle trasformazioni</i>	218
	<i>Problemi</i>	220
Primo principio della termodinamica		221
15.1	<i>Introduzione</i>	221
15.2	<i>Principio di equivalenza</i>	221
15.3	<i>Primo principio della termodinamica</i>	222
15.4	<i>Espansione libera</i>	224
Applicazioni del primo principio ai gas ideali		227
16.1	<i>Introduzione</i>	227
16.2	<i>Energia interna del gas ideale</i>	227
16.3	<i>Relazione di Mayer</i>	228
16.4	<i>Trasformazioni adiabatiche reversibili di un gas ideale</i>	228
16.5	<i>Riassunto per le trasformazioni canoniche di un gas ideale</i>	231
16.6	<i>Trasformazioni cicliche</i>	234
16.7	<i>Rendimento di una macchina termica</i>	235
16.8	<i>Ciclo di Carnot</i>	236
16.9	<i>Macchine frigorifere</i>	236
	<i>Problemi</i>	239

Secondo principio della termodinamica.....	243
17.1 Introduzione	243
17.2 Enunciati del secondo principio della termodinamica	243
17.3 Equivalenza degli enunciati di Clausius e Kelvin	244
17.4 Teorema di Carnot	245
17.5 Teorema di Clausius.....	246
17.7 Entropia	248
17.8 Entropia nelle trasformazioni irreversibili	249
17.9 Calcolo della variazione di entropia	249
17.10 Diagrammi T-S.....	251
17.11 Principio di aumento dell'entropia.....	251
17.12 Sistema, ambiente e universo termodinamici.....	252
Problemi	257
Fenomeni elettrici	263
18.1 Introduzione	263
18.2 Carica elettrica	263
18.3 Legge di Coulomb.....	265
Campo e potenziale elettrostatico	267
19.1 Introduzione	267
19.2 Campo elettrostatico.....	267
19.3 Quantizzazione della carica.....	268
19.4 Principio di sovrapposizione	269
19.5 Campo elettrostatico generato da una distribuzione continua di carica	269
19.6 Potenziale elettrostatico di cariche puntiformi.....	270
19.7 Potenziale elettrostatico di distribuzioni di carica	271
19.8 Energia potenziale di un sistema di cariche	272
19.9 Dipolo elettrico.....	273
19.10 Energia potenziale del dipolo elettrico in un campo elettrico esterno	275
19.11 Campo e potenziale elettrostatico di distribuzioni continue di carica	275
19.12 Rappresentazioni del campo elettrico.....	281
Legge di Gauss.....	285
20.1 Introduzione	285
20.2 Flusso.....	285
20.3 Angolo solido	286
20.4 Legge di Gauss del campo elettrico.....	287
20.5 Applicazioni della legge di Gauss	288
Problemi	294
Struttura elettrica della materia.....	301
21.1 Introduzione	301
21.2 Legami molecolari	301
21.3 Proprietà elettriche dei materiali	302
21.4 Lavoro di estrazione.....	303
Conduttori in equilibrio	305
22.1 Introduzione	305
22.2 Equilibrio elettrostatico	305
22.3 Conduttore carico	305
22.4 Teorema di Coulomb.....	306
22.5 Distribuzione della densità superficiale di carica: effetto delle punte	307
22.6 Induzione elettrostatica.....	308

22.7	Capacità del conduttore isolato.....	310
22.8	Condensatori.....	311
22.9	Capacità di condensatori ideali.....	312
22.10	Batterie di condensatori.....	314
22.11	Energia del condensatore.....	316
22.12	Densità di energia del campo elettrico.....	317
22.13	Pressione elettrostatica.....	319
	Problemi.....	321
Dielettrici.....		325
23.1	Introduzione.....	325
23.2	Meccanismi di polarizzazione dielettrica.....	325
23.3	Vettore polarizzazione dielettrica.....	326
23.4	Vettore induzione dielettrica.....	327
23.5	Relazione fra polarizzazione dielettrica e campo elettrostatico.....	328
23.6	Relazione fra carica di polarizzazione e carica libera.....	332
23.7	Energia del campo elettrostatico in presenza di dielettrici.....	333
23.8	Rigidità dielettrica.....	334
	Problemi.....	335
Corrente elettrica.....		339
24.1	Introduzione.....	339
24.2	Generatori di forza elettromotrice.....	339
24.3	Intensità di corrente.....	340
24.4	Densità di corrente.....	340
24.5	Equazione di continuità.....	341
24.6	Resistenza.....	343
24.7	Legge di Ohm.....	343
24.8	Modello classico della conduzione nei solidi.....	344
24.9	Effetto Joule.....	346
24.10	Circuiti in corrente continua.....	347
24.11	Principi di Kirchhoff.....	349
24.12	Considerazioni energetiche sulla forza elettromotrice.....	351
24.13	Strumenti di misura.....	352
24.14	Carica e scarica del condensatore.....	356
	Problemi.....	360
Forza magnetica e campo magnetico.....		363
25.1	Introduzione.....	363
25.2	Definizione di campo magnetico.....	364
25.2	Moto di una carica in campo magnetico uniforme.....	366
25.3	Applicazioni della forza di Lorentz.....	369
25.4	Effetto Hall.....	373
25.5	Moto di una spira in campo magnetico.....	374
25.6	Momento di dipolo magnetico.....	377
25.7	Lavoro della forza magnetica.....	377
25.8	Energia del dipolo magnetico in campo magnetico.....	377
	Problemi.....	379
Leggi della magnetostatica.....		381
26.1	Introduzione.....	381
26.2	Prima legge di Laplace.....	382
26.3	Applicazioni della prima legge di Laplace.....	383
26.4	Forze fra fili.....	387

26.5	<i>Legge di Gauss del campo magnetico</i>	389
26.6	<i>Flusso concatenato</i>	389
26.7	<i>Teorema di Ampère</i>	390
26.8	<i>Applicazioni della legge di Ampère</i>	391
	<i>Problemi</i>	396
Magnetismo nella materia		399
27.1	<i>Introduzione</i>	399
27.2	<i>Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo</i>	399
27.3	<i>Magnetizzazione</i>	400
27.4	<i>Campo intensità magnetica</i>	401
27.5	<i>Domini magnetici</i>	403
27.6	<i>Isteresi magnetica</i>	403
27.7	<i>Leggi fondamentali della magnetostatica nei materiali magnetici</i>	404
Induzione elettromagnetica		407
28.1	<i>Introduzione</i>	407
28.2	<i>Legge di Faraday</i>	408
28.3	<i>Legge di Lenz</i>	409
28.4	<i>Forza elettromotrice indotta da moto di conduttori in campo magnetico</i>	410
28.5	<i>Campo elettrico indotto</i>	411
28.6	<i>Correnti di Foucault</i>	412
28.7	<i>Alternatore</i>	412
28.8	<i>Autoinduzione</i>	416
28.9	<i>Transienti nei circuiti induttivi</i>	419
28.10	<i>Densità di energia del campo magnetico</i>	421
28.11	<i>Mutua induzione</i>	422
	<i>Problemi</i>	426
Equazioni di Maxwell		431
29.1	<i>Introduzione</i>	431
29.2	<i>Corrente di spostamento</i>	431
29.3	<i>Forma differenziale delle equazioni di Maxwell</i>	433
29.4	<i>Campo elettromagnetico</i>	436
Onde elettromagnetiche		439
30.1	<i>Introduzione</i>	439
30.2	<i>Onde elastiche nella corda tesa</i>	439
30.3	<i>Proprietà della soluzione dell'equazione delle onde</i>	440
30.4	<i>Onde armoniche</i>	442
30.5	<i>Classificazione delle onde</i>	443
30.6	<i>Onde elettromagnetiche</i>	443
30.7	<i>Onde piane</i>	444
30.8	<i>Onde polarizzate</i>	445
30.9	<i>Generazione di onde elettromagnetiche</i>	448
30.10	<i>Energia dell'onda elettromagnetica: vettore di Poynting</i>	448
30.11	<i>Intensità dell'onda elettromagnetica</i>	450
30.12	<i>Pressione di radiazione</i>	450
	<i>Problemi</i>	452
Propagazione delle onde elettromagnetiche		453
31.1	<i>Introduzione</i>	453
31.2	<i>Principio di Huygens</i>	453
31.3	<i>Onde elettromagnetiche nei mezzi materiali: indice di rifrazione</i>	454

31.4	Dispersione	455
31.5	Diffusione	457
31.7	Propagazione delle onde elettromagnetiche nei conduttori	459
31.8	Effetto Doppler	459
Riflessione, rifrazione e polarizzazione		463
32.1	Introduzione	463
32.2	Leggi di Snell	463
32.3	Condizioni di continuità dei campi all'interfaccia fra dielettrici	467
32.4	Relazioni di Fresnel	469
32.5	Coefficienti di riflessione e trasmissione	473
32.6	Angolo di Brewster: polarizzazione per riflessione	476
32.7	Riflessione e rifrazione di onde polarizzate	476
32.8	Propagazione dell'onda elettromagnetica nei mezzi anisotropi	477
32.9	Polarizzatori	478
	Problemi	483
Interferenza		487
33.1	Introduzione	487
33.2	Interferenza fra due onde coerenti	487
33.3	Interferenza fra N onde coerenti	493
33.4	Interferenza sulle lamine sottili	496
33.6	Onde stazionarie su una corda tesa	501
33.7	Onde stazionarie elettromagnetiche: esperienza di Hertz	502
33.9	Onde stazionarie in più dimensioni	503
	Problemi	506
Diffrazione		509
34.1	Introduzione	509
34.2	Diffrazione alla Fraunhofer da una fenditura rettangolare indefinita	510
34.3	Criterio di Rayleigh	512
34.5	Diffrazione da due fenditure rettangolari	514
34.6	Reticolo di diffrazione	517
34.8	Diffrazione di raggi X	520
	Problemi	522
Relatività ristretta		525
35.1	Introduzione	525
35.2	Critica della Fisica classica	525
35.3	Principio di relatività di Einstein	527
35.4	Simultaneità	529
35.5	Dilatazione dei tempi	531
35.6	Contraazione delle lunghezze	533
35.7	Trasformazioni di Lorentz	534
35.8	Considerazioni sulle trasformazioni di Lorentz	537
35.9	Trasformazione delle velocità	542
35.10	Trasformazione delle accelerazioni	545
35.11	Assiomi della dinamica relativistica	547
35.12	Equivalenza massa-energia	549
20.13	Relazione energia-quantità di moto	551
35.14	Energia del centro di massa e massa invariante	552
35.15	Quadrivettore forza	557
35.16	Leggi di trasformazione del campo elettromagnetico	561
35.17	Ottica relativistica	568

Introduzione alla fisica dei quanti	575
36.1 <i>Introduzione</i>	575
36.2 <i>Radiazione da corpo nero</i>	575
36.3 <i>Legge di Rayleigh-Jeans</i>	576
36.4 <i>Legge di Planck</i>	578
36.5 <i>Effetto fotoelettrico</i>	582
36.6 <i>Ipotesi di Einstein</i>	584
36.7 <i>Effetto Compton</i>	584
36.8 <i>Dualismo onda-corpuscolo</i>	587