INDICE

CAPITOLO 1 La corrente elettrica 1

LEZIONE 1.1 Il circuito elettrico elementare e le due leggi di Ohm 3

Gli elettroni di conduzione 3
L'intensità di corrente elettrica 4
Il circuito elettrico elementare 5
La seconda legge di Ohm 7
SINTESI 10
ESERCIZI 10

LEZIONE 1.2 L'effetto Joule 12

Considerazioni sul bilancio energetico di un circuito 12
Il riscaldamento di un conduttore e l'effetto Joule 14
La resistenza interna del generatore e i circuiti elettrici con più resistenze 15
SINTESI 16
ESERCIZI 16

LEZIONE 1.3 Resistenze in serie e resistenze in parallelo 18

Resistenze in serie 18
Resistenze in parallelo (o in derivazione) 19
Caso generale 22
SINTESI 24
ESERCIZI 24

LEZIONE 1.4 Le due leggi di Kirchhoff 26

I nodi, i rami e le maglie di un circuito 26
Le leggi di Kirchhoff 26
Risoluzione dei circuiti 28
Il significato delle due leggi di Kirchhoff 29
SINTESI 29
ESERCIZI 30

LEZIONE 1.5 La capacità elettrica: conduttori isolati e condensatori 32

La capacità elettrica di un generico conduttore isolato 32
La capacità elettrica di un conduttore sferico isolato 34
Il condensatore 35
SINTESI 37
ESERCIZI 37

LEZIONE 1.6 Carica e scarica di un condensatore 39

La fase di carica di un condensatore 39
Bilancio energetico di un condensatore 41
SINTESI 47
ESERCIZI 48

LEZIONE 1.7 Condensatori in serie e condensatori in parallelo 50

Condensatori in parallelo 50
Condensatori in serie 51
SINTESI 53
ESERCIZI 53

LEZIONE 1.8 La corrente elettrica nei liquidi e nei gas

La cella elettrolitica e l'elettrolisi
Le leggi dell'elettrolisi
La pila di Volta
La corrente elettrica nei gas
SINTESI
ESERCIZI

▶ Verifica finale 55

CAPITOLO 2 Il magnetismo 65

LEZIONE 2.1 Il campo magnetico e l'esperienza di Oersted 67

I poli magnetici 67
L'esperienza di Oersted 69
SINTESI 70
ESERCIZI 71

LEZIONE 2.2 La legge di Lorentz 73

Forze magnetiche agenti su cariche elettriche in moto 73
Traiettoria circolare di una carica elettrica in moto in un campo magnetico 75
Traiettoria elicoidale di una carica elettrica in moto in un campo magnetico 77
Forze magnetiche agenti su un tratto rettilineo di filo percorso da corrente elettrica 79
SINTESI 81
ESERCIZI 82

LEZIONE 2.3 La legge di Gauss per il magnetismo 84

Legge di Gauss per una superficie chiusa 84
Superficie piana 84
Superficie chiusa che non contiene magneti 85
Superficie chiusa che contiene magneti 86
SINTESI 87
ESERCIZI 87

LEZIONE 2.4 Campi magnetici generati da correnti elettriche: le leggi di Biot-Savart e di Ampère 89

La legge di Biot-Savart 89
La circuitazione del campo magnetico e la legge di Ampère 90
Calcolo di campi magnetici attraverso la legge di Ampère 91
Comportamento di spire e solenoidi all'interno di un campo magnetico 96
SINTESI 97
ESERCIZI 98

LEZIONE 2.5 L'esperienza di Ampère e la definizione di ampere 100

La forza di interazione tra due fili rettilinei percorsi da corrente 100
La definizione di ampere 102
SINTESI 103
ESERCIZI 104

LEZIONE 2.6 Le proprietà magnetiche della materia 106

La classificazione dei materiali secondo le proprietà magnetiche 106
I materiali diamagnetici e paramagnetici 106
I materiali ferromagnetici 109
Il ciclo di isteresi magnetica 111
Applicazioni pratiche degli elettromagneti e dei materiali ferromagnetici 112
SINTESI 114
ESERCIZI 115

LEZIONE 2.7 I motori a corrente continua, l'amperometro e il voltmetro 118

Il motore a corrente continua 118
L'amperometro e il voltmetro 121
SINTESI 123
ESERCIZI 124

▸ Verifica finale 126

CAPITOLO 3 L'induzione elettromagnetica 141

LEZIONE 3.1 La legge di Faraday-Neumann e la legge di Lenz 143

Rilevazioni sperimentali del fenomeno di induzione elettromagnetica 143
La legge di Faraday-Neumann e la legge di Lenz 145
Analisi dell'induzione elettromagnetica in una spira rettangolare con asta scorrevole 147
Il campo elettrico indotto e la sua circuitazione 151
Un'applicazione pratica del fenomeno dell'induzione elettromagnetica 152
SINTESI 153
ESERCIZI 154

LEZIONE 3.2 L'alternatore 157

Analisi del moto di una spira rotante in un campo magnetico uniforme 157
Schema di funzionamento di un alternatore 160
SINTESI 162
ESERCIZI 163

LEZIONE 3.3 L'induttanza e il coefficiente di mutua induzione 165

Il flusso magnetico autoconcatenato di un circuito e l'induttanza 165
Mutua induzione tra due circuiti 167
SINTESI 170
ESERCIZI 171

LEZIONE 3.4 L'energia di un campo magnetico 173

Intensità di corrente in chiusura di circuito 173
Bilancio energetico in chiusura del circuito 176
Intensità di corrente in apertura di circuito 178
SINTESI 180
ESERCIZI 181

LEZIONE 3.5 Circuito elettrico a corrente alternata resistivo 183

Andamento della tensione e della corrente 183
Potenza erogata e potenza dissipata 185
Valori efficaci 186
Rappresentazione con i vettori rotanti 187
SINTESI 187
ESERCIZI 188

LEZIONE 3.6 Circuito elettrico a corrente alternata, ideale induttivo 190

Studio del circuito ideale induttivo 190
Rappresentazione con i vettori rotanti 192
SINTESI 192
ESERCIZI 193

LEZIONE 3.7 Circuito elettrico a corrente alternata, ideale capacitivo 195

Studio del circuito ideale capacitivo 195
Rappresentazione con i vettori rotanti 197
SINTESI 197
ESERCIZI 197

LEZIONE 3.8 Circuito elettrico a corrente alternata, resistivo-induttivo-capacitivo 199

Intensità di corrente e impedenza 199
Potenza erogata dal generatore 202
Condizione di risonanza e potenza dissipata nella resistenza 204
SINTESI 206
ESERCIZI 207

LEZIONE 3.9 Il motore a corrente alternata, il trasformatore e la dinamo 209

Il motore elettrico sincrono 209
Il motore elettrico asincrono 210
Il trasformatore 210
L'anello di Pacinotti e la dinamo 213
SINTESI 214
ESERCIZI 215

LEZIONE 3.10 Le equazioni di Maxwell e le onde elettromagnetiche 217

Le caratteristiche di un'onda 217
Le equazioni di Maxwell 220
Le onde elettromagnetiche 222
SINTESI 227
ESERCIZI 228

LEZIONE 3.11 L'energia di un'onda elettromagnetica 230

L'intensità di un'onda elettromagnetica 230
Il vettore di Poynting 232
SINTESI 234
ESERCIZI 234
▸ Verifica finale 236

CAPITOLO **4** **La luce, la crisi della fisica classica e la relatività** 255

LEZIONE 4.1 La diffrazione della luce 257
SINTESI 258

LEZIONE 4.2 L'interferenza della luce e l'esperienza di Young 259
Il fenomeno dell'interferenza 259
L'esperienza di Young 260
Spiegazione teorica della diffrazione 263
SINTESI 267

LEZIONE 4.3 La polarizzazione della luce 268
SINTESI 269

LEZIONE 4.4 La velocità della luce e l'esperienza di Fizeau 270
Fizeau misura la velocità della luce 270
L'ipotesi dell'etere e le sue strane caratteristiche 271
SINTESI 272

LEZIONE 4.5 L'esperimento di Michelson e Morley 273
Come rilevare sperimentalmente l'etere 273
L'esperimento di Michelson e Morley non rileva il vento d'etere 275
SINTESI 277

LEZIONE 4.6 La nascita della fisica quantistica 278

Stefan, Boltzmann e Wien affrontano il problema del corpo nero 278
Planck risolve il problema del corpo nero 281
Lenard scopre l'effetto fotoelettrico 282
Einstein spiega l'effetto fotoelettrico 284
SINTESI 286

LEZIONE 4.7 La relatività ristretta 288

Motivazioni alla teoria della relatività ristretta 288
La relatività della simultaneità degli eventi 290
Le trasformazioni di Lorentz 292
Confronto fra le trasformazioni di Lorentz e quelle di Galileo 297
La dilatazione del tempo 298
Il paradosso dei gemelli 301
La contrazione delle lunghezze 303

La composizione delle velocità 305
La massa in ambito relativistico 308
L'energia in ambito relativistico 310
La quantità di moto di un fotone 313
Effetto Doppler relativistico 314
Lo spazio-tempo di Minkowski e il quadrivettore impulso 317
SINTESI 323

LEZIONE 4.8 La relatività generale 325
Motivazioni alla teoria della relatività generale 325
Il principio di equivalenza 326
Il principio di relatività generale 328
La gravitazione come deformazione del continuo spazio-tempo non euclideo 331
SINTESI 335
ESERCIZI 336

CAPITOLO 5 La meccanica semiquantistica 345

LEZIONE 5.1 Le righe spettrali: serie di Balmer, di Lyman e di Paschen 347
Le prime esperienze spettrografiche 347
Il funzionamento dello spettroscopio 348
Analisi dello spettro dell'idrogeno 349
I problemi posti dalla spettrografia 352
SINTESI 353

LEZIONE 5.2 Il modello quantizzato dell'atomo di Bohr 354
I postulati del modello di Bohr 354
Bilancio energetico di un elettrone nel modello di Bohr 356
Verifiche sperimentali del modello di Bohr 357
SINTESI 361

LEZIONE 5.3 L'atomo rivisto da Sommerfeld 362
SINTESI 364

LEZIONE 5.4 L'esperimento di Stern e Gerlach 365
Il momento magnetico orbitale dell'elettrone e il magnetone di Bohr 365
Descrizione dell'esperimento di Stern e Gerlach 367
Interpretazione dell'esperimento di Stern e Gerlach 367
SINTESI 369

LEZIONE 5.5 L'effetto Compton 370
Il fotone 370
Descrizione dell'esperimento di Compton 371
Interpretazione dell'esperimento di Compton 372
SINTESI 375
ESERCIZI 376

CAPITOLO 6 La meccanica quantistica 381

LEZIONE 6.1 La dualità onda-corpuscolo di de Broglie 383
L'ipotesi di de Broglie 383
L'onda stazionaria 386
L'esperimento di Davisson e Germer e l'esperienza di Thomson 387
SINTESI 388

LEZIONE 6.2 L'equazione di Schrödinger 389
L'equazione di Schrödinger e la funzione d'onda 389
L'interpretazione probabilistica della funzione d'onda 390
SINTESI 392

LEZIONE 6.3 Principio d'indeterminazione di Heisenberg 393
Gli strumenti di misura possono influenzare le grandezze osservate 393
Il principio d'indeterminazione 395
La meccanica delle matrici e la meccanica ondulatoria 397
SINTESI 397

LEZIONE 6.4 La configurazione elettronica dell'atomo d'idrogeno 398
L'equazione di Schrödinger per l'atomo d'idrogeno 398
I numeri quantici 398
Lo stato fondamentale dell'elettrone nell'atomo d'idrogeno 399
Il primo stato eccitato dell'elettrone nell'atomo d'idrogeno 401
Il numero quantico di spin 403
Descrizione dell'atomo d'idrogeno 405
SINTESI 407

LEZIONE 6.5 La configurazione elettronica della tavola periodica degli elementi 409
L'equazione di Schrödinger per un generico elemento 409

L'analisi sperimentale di Moseley e il principio di esclusione di Pauli 409
La configurazione elettronica di un generico elemento 410
SINTESI 415

LEZIONE 6.6 Il laser 416
Le caratteristiche del laser 416
Il funzionamento del laser 416
La statistica di Bose-Einstein 418
SINTESI 419

LEZIONE 6.7 I semiconduttori 420
La statistica di Fermi-Dirac 420
Le bande di energia nei conduttori, negli isolanti e nei semiconduttori 421
Il movimento delle cariche nei semiconduttori 422
La giunzione *p-n* e il diodo 425
La giunzione *p-n-p* e il transistor 426
SINTESI 429
ESERCIZI 431

Indice analitico 436

CAPITOLO 7 La fisica nucleare, delle particelle e la cosmologia

LEZIONE 7.1 La nascita della fisica nucleare
I primi studi sull'atomo
Determinazione del rapporto carica-massa dell'elettrone
La scoperta della radioattività
I primi modelli atomici
Gli isotopi, la scoperta del neutrone ed il nucleo
SINTESI

LEZIONE 7.2 L'energia nucleare
I radionuclidi
L'energia di legame
SINTESI

LEZIONE 7.3 La radioattività naturale
La legge del decadimento radioattivo
Il decadimento α e il decadimento β
La radiodatazione
SINTESI

LEZIONE 7.4 La fissione e la fusione nucleare
Gli albori della fisica nucleare e la fissione
Il reattore nucleare e la bomba atomica
La fusione nucleare
SINTESI

LEZIONE 7.5 La fisica delle particelle
L'acceleratore lineare
Il ciclotrone
Il sincrociclotrone e il sincrotrone
I quark e i leptoni
Le antiparticelle
Le particelle-campo
I quark, i leptoni e le interazioni fondamentali
SINTESI

LEZIONE 7.6 La cosmologia
Aristarco misura i rapporti tra le dimensioni di Sole, Terra e Luna
Eratostene misura il raggio della Terra
Ipparco misura la distanza Terra-Luna
La tecnica della parallasse e l'unità astronomica
Il parsec
La magnitudine delle stelle
L'Universo in espansione
La storia dell'Universo
I tipi di stelle
La massa oscura e il futuro dell'Universo
SINTESI
ESERCIZI