

Arnold B. Arons

Guida
all'insegnamento
della fisica

Zanichelli

Indice

Prefazione *XI*

Capitolo 1. Fondamenti *1*

- 1.1. Introduzione *1*
 - 1.2. Area *1*
 - 1.3. Esercizi con il concetto di area *2*
 - 1.4. Volume *3*
 - 1.5. Padronanza dei concetti *4*
 - 1.6. Rapporti e divisioni *4*
 - 1.7. Interpretazione verbale dei rapporti *4*
 - 1.8. Esercizi sulle interpretazioni verbali *5*
 - 1.9. Commenti sugli esercizi verbali *7*
 - 1.10. Ragionamento aritmetico con le divisioni *8*
 - 1.11. Ulteriore ragionamento aritmetico e rappresentazione grafica *10*
 - 1.12. Trasformazioni di scala e ragionamento funzionale *13*
 - 1.13. Trigonometria elementare *16*
 - 1.14. Orizzontale, verticale, nord, sud, mezzogiorno, mezzanotte *17*
 - 1.15. Interpretazione di semplici espressioni algebriche *18*
 - 1.16. Linguaggio *19*
 - 1.17. Perché preoccuparsi dei fondamenti? *21*
- APPENDICE 1A Esempi di compiti a casa e di problemi di valutazione *22*

Capitolo 2. Cinematica rettilinea *25*

- 2.1. Introduzione *25*
- 2.2. Equazioni e terminologia che creano confusione *25*
- 2.3. Eventi; posizioni e istanti di tempo *27*
- 2.4. Posizione istantanea *28*

- 2.5. L'introduzione del concetto di «velocità media» 28
- 2.6. Grafici della posizione in funzione del tempo 30
- 2.7. Velocità istantanea 32
- 2.8. Segni algebrici 34
- 2.9. Accelerazione 35
- 2.10. Grafici della velocità in funzione del tempo 37
- 2.11. Aree 38
- 2.12. Massima altezza raggiunta 39
- 2.13. La risoluzione dei problemi di cinematica 41
- 2.14. L'uso dei computer 42
- 2.15. Una ricerca sulla formazione e sulla padronanza del concetto di velocità 43
- 2.16. Una ricerca sulla formazione e la padronanza del concetto di accelerazione 45
- 2.17. Implicazioni dei risultati delle ricerche 48
- 2.18. Galileo e la nascita della scienza moderna 49
- 2.19. Osservazione e deduzione 53
- APPENDICE 2A Esempi di compiti a casa e di prove di valutazione 54

Capitolo 3. Dinamica elementare 63

- 3.1. Introduzione 63
- 3.2. Struttura logica delle leggi del moto 64
- 3.3. Un'interpretazione operativa della prima legge 66
- 3.4. Definizione operativa di una scala numerica delle forze 67
- 3.5. Applicazione del misuratore di forze ad altri oggetti: la massa inerziale 69
- 3.6. Sovrapposizione di forze e masse 71
- 3.7. Esposizioni della seconda legge sui libri di testo 72
- 3.8. Peso e massa 73
- 3.9. Massa gravitazionale e massa inerziale 74
- 3.10. La comprensione del principio di inerzia 76
- 3.11. Ciò che diciamo può danneggiarci: alcuni problemi di linguaggio 81
- 3.12. La terza legge e i diagrammi di forza 82
- 3.13. Status logico della terza legge 86
- 3.14. Forze distribuite 88
- 3.15. L'uso delle frecce per rappresentare forza, velocità e accelerazione 88
- 3.16. La comprensione degli effetti gravitazionali terrestri 89
- 3.17. Corde e tensione 96
- 3.18. Corde «prive di massa» 97
- 3.19. La forza «normale» all'interfaccia tra due superfici 98
- 3.20. Gli oggetti non vengono «tirati indietro» quando sono accelerati 100

- 3.21. Attrito 101
 3.22. Due dimostrazioni sperimentali dell'«inerzia» molto usate 104
 3.23. Diversi tipi di «uguaglianze» 105
 3.24. La risoluzione dei problemi 107
 APPENDICE 3A Esempi di compiti a casa e di esercizi di valutazione 109

Capitolo 4. Moto in due dimensioni 117

- 4.1. Vettori e operazioni sui vettori 117
 4.2. Definizione di «vettore» 118
 4.3. Componenti dei vettori 119
 4.4. Moto di un proiettile 121
 4.5. Pensiero e ragionamento fenomenologico 124
 4.6. Misura in radianti e π 127
 4.7. Cinematica rotazionale 129
 4.8. Preconcetti sul moto circolare 130
 4.9. Forza centripeta esercitata da forze collineari 132
 4.10. Forza centripeta esercitata da forze non collineari 136
 4.11. Sistemi di riferimento e forze fittizie 138
 4.12. Rivoluzione attorno al centro di massa: il problema a due corpi 139
 4.13. Momento torcente 143
 APPENDICE 4A Esempi di compiti a casa e di problemi di valutazione 146

Capitolo 5. Quantità di moto ed energia 147

- 5.1. Introduzione 147
 5.2. Lo sviluppo del vocabolario 148
 5.3. La descrizione dei fenomeni quotidiani 149
 5.4. Forza e variazione della quantità di moto 150
 5.5. Calore e temperatura 151
 5.6. I teoremi che legano impulso con quantità di moto e lavoro con energia 154
 5.7. Lavoro reale e pseudolavoro 157
 5.8. La legge di conservazione dell'energia 158
 5.9. Digressione sull'entalpia 161
 5.10. Lavoro e calore in presenza di attrito dinamico 162
 5.11. Sistemi deformabili con forze a lavoro nullo 166
 5.12. Retolamento verso il basso lungo un piano inclinato 167
 5.13. Urti anelastici 170
 5.14. Alcuni esercizi illuminanti 172
 5.15. Ritornare ad argomenti precedenti 175
 APPENDICE 5A Esempi di compiti a casa e di esercizi di valutazione 177

Capitolo 6. Elettrostatica 183

- 6.1. Introduzione 183
- 6.2. Distinguere le interazioni elettriche, magnetiche e gravitazionali 184
- 6.3. Elettricità da sfregamento, interazione elettrica e carica elettrica 185
- 6.4. Esperimenti elettrostatici a casa 186
- 6.5. Cariche uguali e diverse 187
- 6.6. Cariche positive e negative, poli magnetici nord e sud 191
- 6.7. Induzione elettrostatica 193
- 6.8. Carica per induzione 196
- 6.9. La legge di Coulomb e la quantificazione della carica elettrica 196
- 6.10. Interazione elettrostatica e terza legge di Newton 199
- 6.11. La suddivisione della carica tra sfere 200
- 6.12. Conservazione della carica 201
- 6.13. Intensità di campo elettrico 202
- 6.14. Sovrapposizione 203

Capitolo 7. Correnti elettriche 207

- 7.1. Introduzione 207
 - 7.2. Che cosa si deve presentare prima: l'elettrostatica o le correnti elettriche? 208
 - 7.3. Come facciamo a sapere che le correnti elettriche sono «cariche in moto»? 209
 - 7.4. Pile e lampadine (I): la formazione dei concetti di base sui circuiti 213
 - 7.5. Pile e lampadine (II): fenomenologia di semplici circuiti. 217
 - 7.6. Lo sviluppo storico della legge di Ohm 220
 - 7.7. L'insegnamento della resistenza elettrica e della legge di Ohm 223
 - 7.8. La corrente elettrica nei metalli è un fenomeno di volume o di superficie? 225
 - 7.9. La costruzione del modello corrente-circuito 226
 - 7.10. Corrente convenzionale e corrente di elettroni a confronto 227
 - 7.11. Non tutti i carichi seguono la legge di Ohm 229
 - 7.12. Elettroni liberi nei metalli l'esperimento di Tolman-Stewart 230
- APPENDICE 7A Esempi di compiti a casa e di esercizi di valutazione 234

Capitolo 8. Elettromagnetismo 239

- 8.1. Introduzione 239
- 8.2. L'esperimento di Oersted 240
- 8.3. Forze tra magneti e conduttori percorsi da corrente 243

- 8.4. Esperimento di Ampère 244
- 8.5. L'apprendimento mnemonico e il computer 246
- 8.6. La legge di Faraday in una regione moltiplicemente connessa 247
- 8.7. La critica di Faraday all'azione a distanza 248
- 8.8. La nascita del concetto di campo 252
- 8.9. La misura in laboratorio del valore di B 254

Capitolo 9. Onde e luce 255

- 9.1. Introduzione 255
- 9.2. La distinzione tra velocità delle particelle e velocità di propagazione 256
- 9.3. Grafici 257
- 9.4. Forme di impulsi trasversali e longitudinali 258
- 9.5. Riflessione di impulsi 260
- 9.6. Derivazione delle velocità di propagazione 263
- 9.7. Velocità di propagazione di una deformazione su una corda 264
- 9.8. Velocità di propagazione di un impulso in un fluido 266
- 9.9. Velocità di propagazione di onde di superficie in acqua bassa 269
- 9.10. Effetti ondulatori transienti 273
- 9.11. Il disegno di fronti d'onda e di raggi in due dimensioni 274
- 9.12. Treni d'onda periodici e sinusoidali 275
- 9.13. Figure di interferenza con due sorgenti 276
- 9.14. Figure di interferenza con due fenditure e con un reticolo a confronto 278
- 9.15. La spiegazione di Young del centro oscuro degli anelli di Newton 279
- 9.16. Riflessioni speculari e diffuse a confronto 280
- 9.17. Immagini e loro formazione: specchi piani 281
- 9.18. Immagini e loro formazione: lenti sottili convergenti 283
- 9.19. Concezioni dei neofiti sulla natura della luce 286
- 9.20. Domande e problemi fenomenologici 287

Capitolo 10. La prima fisica moderna 289

- 10.1. Introduzione 289
- 10.2. Preliminari storici 291
- 10.3. Introduzione alla ricerca di Thomson 295
- 10.4. L'esperimento di Thomson 296
- 10.5. Le deduzioni di Thomson 299
- 10.6. Compiti da assegnare sull'esperimento di Thomson 302
- 10.7. L'unità di carica elettrica 303
- 10.8. Dall'elettrone di Thomson all'atomo di Bohr 304
- 10.9. L'effetto fotoelettrico e il concetto di fotone 310
- 10.10. Citazioni dalla pubblicazione di Einstein del 1905 sul concetto di fotone 315
- 10.11. Il primo modello quantistico di Bohr dell'atomo di idrogeno 317

- 10.12. L'introduzione della relatività ristretta 326
APPENDICE 10A Compito scritto per casa sull'esperimento di Thomson 334
APPENDICE 10B Compito scritto per casa sull'atomo di Bohr 339

Capitolo 11. Argomenti vari 347

- 11.1. Introduzione alla teoria cinetica 347
11.2. Ipotesi della teoria cinetica dei gas ideali 349
11.3. Pressione idrostatica 355
11.4. La visualizzazione della dilatazione termica 357
11.5. Compilare stime numeriche 358
11.6. Esempi di fisica matematica per gli studenti più dotati 358
11.7. Caos 362

Capitolo 12. Come acquisire una cultura scientifica più ampia 365

- 12.1. Introduzione 365
12.2. I segni della cultura scientifica 366
12.3. Conoscenza operativa 368
12.4. Corsi di scienze di indirizzo generale 370
12.5. Come illustrare la natura del pensiero scientifico 374
12.6. Come illustrare le connessioni con la storia intellettuale 380
12.7. Variazioni sul tema 383
12.8. Alcuni aspetti della realizzazione pratica 385
12.9. Il problema dello sviluppo cognitivo 387
12.10. Il problema della formazione dell'insegnante 388
12.11. Un ruolo per il computer 392
12.12. Imparare dall'esperienza passata 394

Capitolo 13. Pensiero critico 399

- 13.1. Introduzione 399
13.2. Una lista di processi 400
13.3. Perché preoccuparsi del pensiero critico? 407
13.4. Livelli esistenti della capacità di ragionamento logico astratto 408
13.5. La capacità di ragionamento logico astratto può essere migliorata? 410
13.6. Conseguenze delle incongruenze 412
13.7. Accertare le difficoltà degli studenti 414
13.8. Verifiche 415
13.9. Alcune riflessioni sul miglioramento dei professori 415

Bibliografia 419

Indice analitico 429