

Indice generale

Prefazione all'edizione italiana	XXI
Prefazione	XXIII
Note sull'uso dei colori	XXIX



1 Introduzione, misurazione, stime 1

1-1	La natura della scienza	2
1-2	La fisica e il suo rapporto con altre discipline	4
1-3	Modelli, teorie e leggi	5
1-4	Misure e incertezza. Cifre significative	6
1-5	Unità di misura, campioni e il Sistema Internazionale	9
1-6	Conversione delle unità di misura	12
1-7	Ordine di grandezza: una stima rapida	14
1-8	Dimensioni e analisi dimensionale	17
Sommario	19	Problemi 20
Quesiti	19	Problemi generali 22
Quesiti per superare concezioni errate	19	Cerca e impara 23



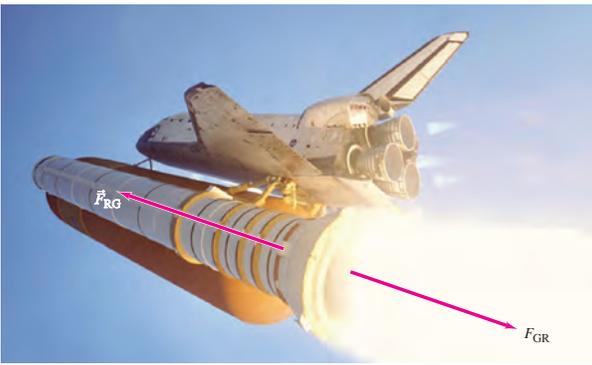
2 Descrizione del moto: cinematica in una dimensione 24

2-1	Sistemi di riferimento e spostamento	25
2-2	Velocità media	26
2-3	Velocità istantanea	29
2-4	Accelerazione	29
2-5	Moto con accelerazione costante	32
2-6	Risolvere i problemi	35
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi	35
2-7	Oggetti in caduta libera	38
2-8	Analisi grafica del moto lineare	45
Sommario	47	Problemi 49
Quesiti	47	Problemi generali 53
Quesiti per superare concezioni errate	48	Cerca e impara 55



3 Cinematica in due dimensioni: i vettori 57

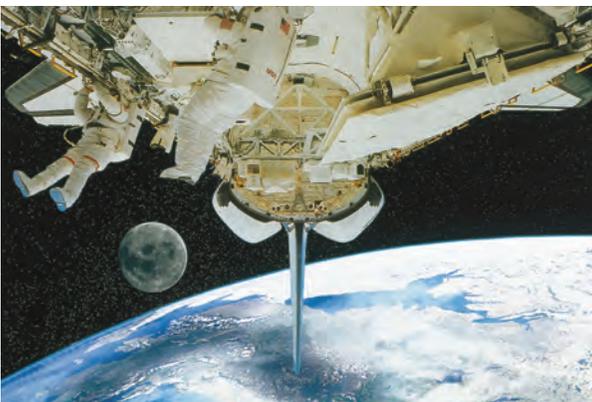
3-1	Vettori e scalari	58
3-2	Somma di vettori: metodo grafico	58
3-3	Sottrazione di vettori e moltiplicazione di un vettore per uno scalare	61
3-4	Somma dei vettori tramite le componenti	61
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi	66
	Sommare vettori	
3-5	Moto di un proiettile	67
3-6	Risolvere i problemi sul moto dei proiettili	70
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi	
	Moto di un proiettile	71
3-7	Il moto del proiettile è parabolico	76
3-8	Velocità relativa	76
Sommario	79	Problemi 81
Quesiti	79	Problemi generali 85
Quesiti per superare concezioni errate	80	Cerca e impara 87



4 Dinamica: leggi del moto di Newton

89

4-1	Forza	90
4-2	Prima legge del moto di Newton	90
4-3	Massa	92
4-4	Seconda legge del moto di Newton	92
4-5	Terza legge del moto di Newton	95
4-6	Peso: la forza di gravità e la forza normale	99
4-7	Risolvere i problemi con le leggi di Newton: diagrammi delle forze	102
	→ Guida alla risoluzione dei problemi Leggi di Newton; diagrammi delle forze	104
4-8	Applicazioni che coinvolgono l'attrito; piani inclinati	110
Sommario	117	Problemi 120
Quesiti	117	Problemi generali 125
Quesiti per superare concezioni errate	118	Cerca e impara 128



5 Moto circolare - gravitazione

129

5-1	Cinematica del moto circolare uniforme	130
5-2	Dinamica del moto circolare uniforme	133
	→ Guida alla risoluzione dei problemi Moto circolare uniforme	136

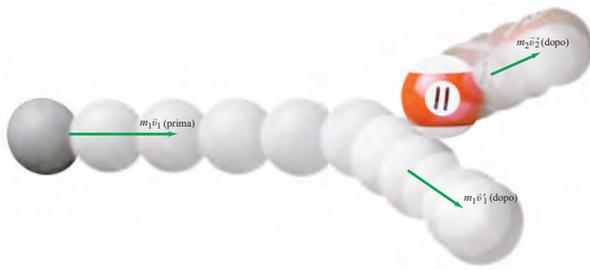
5-3	Legge della gravitazione universale di Newton	136
5-4	Gravità vicino alla superficie terrestre	139
5-5	Satelliti artificiali e "assenza di peso"	140
5-6	Pianeti, leggi di Keplero e sintesi di Newton	144
5-7	La Luna sorge ogni giorno un'ora dopo	149
5-8	Tipi di forze in natura	150
Sommario	151	Problemi 153
Quesiti	151	Problemi generali 157
Quesiti per superare concezioni errate	152	Cerca e impara 158



6 Lavoro ed energia

160

6-1	Lavoro compiuto da una forza costante	161
	→ Guida alla risoluzione dei problemi Lavoro	163
*6-2	Lavoro compiuto da una forza variabile	165
6-3	Energia cinetica e teorema dell'energia cinetica	165
6-4	Energia potenziale	169
6-5	Forze conservative e non conservative	173
6-6	Energia meccanica e sua conservazione	174
6-7	Conservazione dell'energia meccanica nella risoluzione dei problemi	175
6-8	Altre forme di energia. Trasformazioni e legge di conservazione dell'energia	181
6-9	Conservazione dell'energia in presenza di forze dissipative: risoluzione dei problemi	182
	→ Guida alla risoluzione dei problemi Conservazione dell'energia	183
6-10	Potenza	185
Sommario	188	Problemi generali 195
Quesiti	188	Cerca e impara 197
Quesiti per superare concezioni errate	189	
Problemi	190	



7 Quantità di moto 198

7-1	La quantità di moto e la sua relazione con la forza	199
7-2	Conservazione della quantità di moto	201
7-3	Urti e impulso	205
7-4	Conservazione dell'energia e della quantità di moto negli urti	207
7-5	Urti elastici in una dimensione	208
7-6	Urti anelastici	210
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi Conservazione della quantità di moto e urti	212
7-7	Centro di massa (CM)	213
*7-8	CM per il corpo umano	215
Sommario	217	Problemi 219
Quesiti	217	Problemi generali 223
Quesiti per superare concezioni errate	218	Cerca e impara 225



8 Moto rotatorio 227

8-1	Grandezze angolari	228
8-2	Momento torcente	233
8-3	Dinamica rotazionale. Momento torcente e inerzia rotazionale	236
8-4	Energia cinetica rotazionale	238
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi Moto rotatorio	239
8-5	Il momento angolare e la sua conservazione	242
Sommario	246	Problemi 249
Quesiti	247	Problemi generali 254
Quesiti per superare concezioni errate	248	Cerca e impara 256



9 Corpi in equilibrio 257

9-1	Le condizioni per l'equilibrio	258
9-2	Come risolvere i problemi di statica	261
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi Statica	261
9-3	Applicazioni a muscoli e giunture	266
9-4	Stabilità ed equilibrio	269
Sommario	270	Problemi 272
Quesiti	270	Problemi generali 277
Quesiti per superare concezioni errate	271	Cerca e impara 279

10 I fluidi 281

10-1	Le fasi della materia	282
10-2	Densità e densità relativa	282
10-3	Pressione nei fluidi	283
10-4	Pressione atmosferica e pressione relativa	285
10-5	Il principio di Pascal	287
10-6	Misure di pressione: manometri e barometri	288
10-7	Galleggiamento e principio di Archimede	290
10-8	Fluidi in movimento: portata ed equazione di continuità	295
10-9	L'equazione di Bernoulli	297
10-10	Applicazioni del principio di Bernoulli: teorema di Torricelli, aeroplani, palle da baseball e TIA	299
*10-11	Viscosità	302
*10-12	Flusso nei tubi: equazione di Poiseuille, flusso sanguigno	303
*10-13	Tensione superficiale e capillarità	304
*10-14	Le pompe e il cuore	306
Sommario	308	Problemi 310
Quesiti	308	Problemi generali 314
Quesiti per superare concezioni errate	309	Cerca e impara 316



11 Vibrazioni e onde 318

11-1	Moto armonico - Oscillazioni della molla	319
11-2	Energia dell'oscillatore armonico	322
11-3	Periodo e natura sinusoidale del moto armonico	325
11-4	Il pendolo semplice	329
11-5	Moto armonico smorzato	331
11-6	Moto ondulatorio	331
11-7	Tipi di onde e loro velocità: trasversali e longitudinali	334
11-8	Energia trasportata dalle onde	337
11-9	Riflessione e interferenza delle onde	339
11-10	Interferenza; principio di sovrapposizione	341
11-11	Onde stazionarie; risonanza	342
*11-12	Rifrazione	345
*11-13	Diffrazione	346
*11-14	Rappresentazione matematica del moto delle onde	347
Sommario	348	Problemi 351
Quesiti	349	Problemi generali 354
Quesiti per superare concezioni errate	350	Cerca e impara 356

12 Il suono 357

12-1	Caratteristiche del suono	358
12-2	Intensità del suono: il decibel	360
*12-3	L'orecchio e la sua risposta; la "sensazione sonora"	365
12-4	Sorgenti sonore: corde vibranti e colonne d'aria	366
12-5	Interferenza di onde sonore; battimenti	372
12-6	Effetto Doppler	375
*12-7	Applicazioni: sonar, ultrasuoni e ricostruzione di immagini in medicina	380
Sommario	383	Problemi 385
Quesiti	383	Problemi generali 388
Quesiti per superare concezioni errate	384	Cerca e impara 390

13 Temperatura e teoria cinetica 391

13-1	Teoria atomica della materia	391
13-2	Temperatura e termometri	394
13-3	Equilibrio termico e principio zero della termodinamica	396
13-4	Dilatazione termica	396
13-5	Leggi dei gas e temperatura assoluta	401
13-6	La legge dei gas perfetti (o gas ideali)	402
13-7	Guida alla risoluzione dei problemi con la legge dei gas perfetti	404
13-8	La legge dei gas perfetti a livello molecolare: il numero di Avogadro	406
13-9	Teoria cinetica e interpretazione molecolare della temperatura	407
*13-10	Diffusione	412
Sommario	414	Problemi 416
Quesiti	415	Problemi generali 419
Quesiti per superare concezioni errate	415	Cerca e impara 420

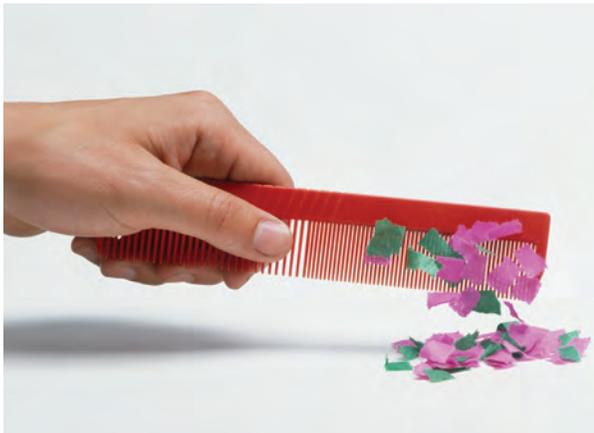


14 Calore 421

14-1	Il calore come trasferimento di energia	422
14-2	Energia interna	423
14-3	Calore specifico	424
14-4	Calorimetria: come risolvere i problemi	426
14-5	Calore latente	429
14-6	Trasmissione del calore: conduzione	433
	➤ Guida alla risoluzione dei problemi Calorimetria	433
14-7	Trasmissione del calore: convezione	436
14-8	Irraggiamento	437
Sommario	442	Problemi 444
Quesiti	442	Problemi generali 446
Quesiti per superare concezioni errate	443	Cerca e impara 448

15 I principi della termodinamica 449

15-1	Il primo principio della termodinamica	450
15-2	Le trasformazioni termodinamiche e il primo principio	452
*15-3	Il metabolismo umano e il primo principio	456
15-4	Il secondo principio della termodinamica: introduzione	457
15-5	Le macchine termiche	458
15-6	Frigoriferi, condizionatori d'aria e pompe di calore	464
15-7	L'entropia e il secondo principio della termodinamica	467
15-8	Dall'ordine al disordine	469
15-9	Energia non disponibile; morte termica	471
*15-10	L'interpretazione statistica dell'entropia e il secondo principio	472
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi Termodinamica	474
Sommario	475	Problemi 477
Quesiti	475	Problemi generali 480
Quesiti per superare concezioni errate	476	Cerca e impara 481



16 Carica elettrica e campo elettrico 483

16-1	Elettricità statica, carica elettrica e legge di conservazione	484
16-2	Cariche elettriche nell'atomo	485
16-3	Isolanti e conduttori	485
16-4	Carica indotta ed elettroscopio	486
16-5	Legge di Coulomb	487
16-6	Guida alla risoluzione di problemi che coinvolgono legge di Coulomb e vettori	491
16-7	Il campo elettrico	494

16-8	Linee di campo elettrico	499
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi Elettrostatica: forze e campi elettrici	499
16-9	Campo elettrico e conduttori	501
*16-10	Forze elettriche in biologia molecolare: struttura e duplicazione del DNA	503
*16-11	Legge di Gauss	505
Sommario	509	Problemi 512
Quesiti	509	Problemi generali 514
Quesiti per superare concezioni errate	510	Cerca e impara 516



17 Potenziale elettrico 517

17-1	Energia potenziale elettrica e differenza di potenziale	518
17-2	Relazione tra potenziale elettrico e campo elettrico	521
17-3	Linee e superfici equipotenziali	522
17-4	Un'unità di misura dell'energia: l'elettronvolt	523
17-5	Potenziale elettrico generato da cariche puntiformi	524
*17-6	Potenziale del dipolo elettrico e momento di dipolo	527
17-7	La capacità	528
17-8	Materiali dielettrici	531
17-9	Come immagazzinare energia elettrica	533
*17-10	L'elettrocardiogramma (ECG)	535
Sommario	536	Problemi 538
Quesiti	537	Problemi generali 541
Quesiti per superare concezioni errate	537	Cerca e impara 543



18 La corrente elettrica 545

18-1	La pila elettrica	546
18-2	La corrente elettrica	548
18-3	La legge di Ohm: resistenza e resistori	550
18-4	Resistività	553
18-5	Potenza elettrica	556
18-6	Potenza negli impianti domestici	559
18-7	Corrente alternata	561
*18-8	Aspetti microscopici della corrente elettrica	563
*18-9	Conduzione elettrica nel sistema nervoso umano	565
Sommario	567	Problemi 569
Quesiti	567	Problemi generali 572
Quesiti per superare		Cerca e impara 574
concezioni errate	568	

19 Circuiti in corrente continua 575

19-1	Tensione tra i terminali e f.e.m.	576
19-2	Resistori in serie e in parallelo	577
19-3	Leggi di Kirchhoff	583
	➔ Guida alla risoluzione dei problemi Leggi di Kirchhoff	585
19-4	Circuiti con condensatori in serie e in parallelo	587
19-5	Circuiti RC: resistore e condensatore in serie	589
19-6	Rischi legati all'elettricità	593
Sommario	597	Problemi 600
Quesiti	597	Problemi generali 604
Quesiti per superare		Cerca e impara 608
concezioni errate	598	

20 Magnetismo 609

20-1	Magneti e campi magnetici	609
20-2	Campi magnetici prodotti da correnti elettriche	612
20-3	Forza esercitata da un campo magnetico su una corrente e definizione di \vec{B}	613
20-4	Forza su cariche in moto in un campo magnetico	616

➔ Guida alla risoluzione dei problemi Campi magnetici 619

20-5	Campo magnetico generato da un filo rettilineo molto lungo	620
20-6	Forza tra due conduttori paralleli percorsi da corrente	622
20-7	Solenoidi ed elettromagneti	624
20-8	Legge di Ampère	625
20-9	Momento della forza agente su una spira e momento di dipolo magnetico	627
*20-10	Spettrometro di massa	628

Sommario	630	Problemi	632
Quesiti	630	Problemi generali	636
Quesiti per superare		Cerca e impara	639
concezioni errate	631		



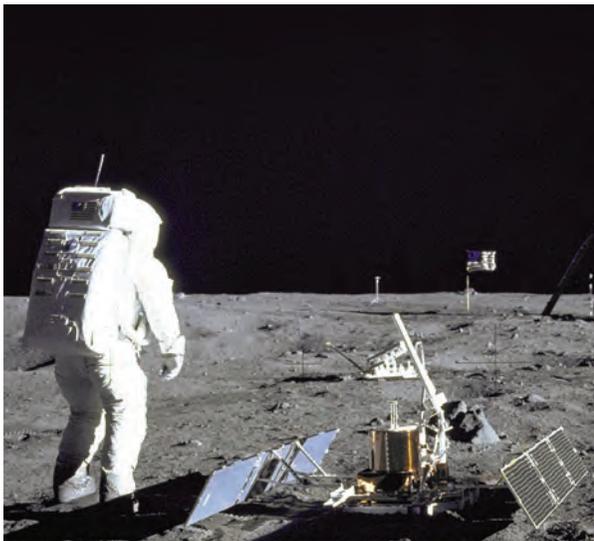
21 Induzione elettromagnetica e legge di Faraday 641

21-1	Forza elettromotrice indotta	642
21-2	Legge di Faraday sull'induzione e legge di Lenz	643

➔ Guida alla risoluzione dei problemi Legge di Lenz 647

21-3	Forza elettromotrice indotta in un conduttore mobile	648
21-4	Campo elettrico prodotto da un campo magnetico variabile	650
21-5	Generatori elettrici	650
21-6	Trasformatori e linee di trasmissione	653
21-7	Memorizzazione delle informazioni: magneti e semiconduttori; cassette, dischi rigidi, RAM	656

Sommario	659	Problemi	662
Quesiti	660	Problemi generali	664
Quesiti per superare		Cerca e impara	665
concezioni errate	660		



22 Le onde elettromagnetiche 666

22-1 Campi magnetici generati da campi elettrici variabili ed equazioni di Maxwell 667

22-2 Le onde elettromagnetiche 669

22-3 Interpretazione della luce come onda elettromagnetica e spettro elettromagnetico 671

22-4 Misura sperimentale della velocità della luce 675

22-5 Energia trasportata dalle onde elettromagnetiche 675

Sommario 678 Problemi 679

Quesiti 678 Problemi generali 680

Quesiti per superare Cerca e impara 681

concezioni errate 678

23 Propagazione della luce: ottica geometrica 682

23-1 Modello a raggi per la propagazione della luce 683

23-2 Riflessione e specchi piani 683

23-3 Indice di rifrazione 688

23-4 Rifrazione e legge di Snell 688

23-5 Riflessione totale e sua applicazione alle fibre ottiche 691

23-6 Lenti sottili e diagrammi a raggi 694

23-7 Equazione delle lenti sottili e ingrandimento 698

➔ Guida alla risoluzione dei problemi Lenti sottili 700

*23-8 Equazione del costruttore di lenti 703

Sommario 704 Problemi 706

Quesiti 704 Problemi generali 709

Quesiti per superare Cerca e impara 710

concezioni errate 705

24 La natura ondulatoria della luce 711

24-1 Onde e particelle, principio di Huygens e diffrazione 712

*24-2 Il principio di Huygens e la legge della rifrazione 713

24-3 Interferenza ed esperimento delle due fenditure di Young 715

24-4 Spettro della luce visibile e dispersione 719

24-5 Diffrazione attraverso una singola fenditura o attorno a un disco 721

24-6 Reticoli di diffrazione 725

24-7 Spettrometri e spettroscopia 728

24-8 Interferenza da film sottili 730

➔ Guida alla risoluzione dei problemi Interferenza 734

24-9 Polarizzazione 734

Sommario 740 Problemi 743

Quesiti 741 Problemi generali 746

Quesiti per superare Cerca e impara 748

concezioni errate 741

25 Strumenti ottici 749

25-1 Macchine fotografiche a pellicola e digitali 749

25-2 Occhio umano e lenti correttive 756

25-3 Lente di ingrandimento 760

25-4 I telescopi 762

25-5 Microscopio composto 765

25-6 Aberrazione delle lenti 767

25-7 Limiti di risoluzione: aperture circolari 768

25-8 Risoluzione dei telescopi e dei microscopi: il limite della lunghezza d'onda 771

25-9 Risoluzione dell'occhio umano e ingrandimento utile 773

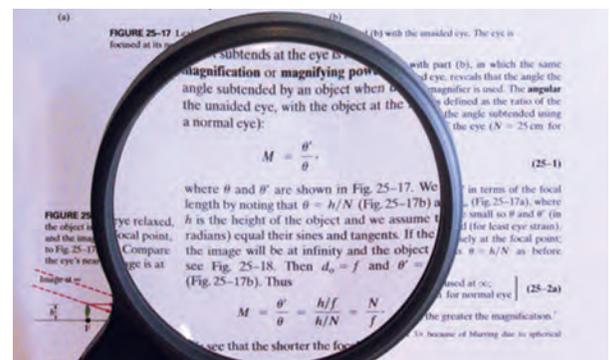
25-10 Raggi X e diffrazione da raggi X 774

Sommario 776 Problemi 778

Quesiti 776 Problemi generali 781

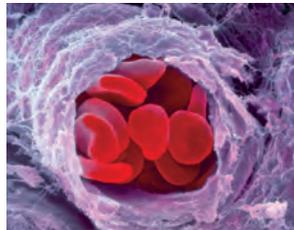
Quesiti per superare Cerca e impara 783

concezioni errate 777



26 Teoria della relatività ristretta 784

26-1	Relatività galileiana-newtoniana	785
26-2	Postulati della teoria della relatività ristretta	788
26-3	Simultaneità	789
26-4	La dilatazione del tempo e il paradosso dei gemelli	791
26-5	Contraazione delle lunghezze	798
26-6	Spazio-tempo quadridimensionale	800
26-7	Quantità di moto relativistica	801
26-8	La velocità limite	803
26-9	$E = mc^2$; massa ed energia	803
26-10	Addizione relativistica delle velocità	807
26-11	L'impatto della relatività ristretta	808
Sommario	809	Problemi 811
Quesiti	810	Problemi generali 813
Quesiti per superare concezioni errate	810	Cerca e impara 815

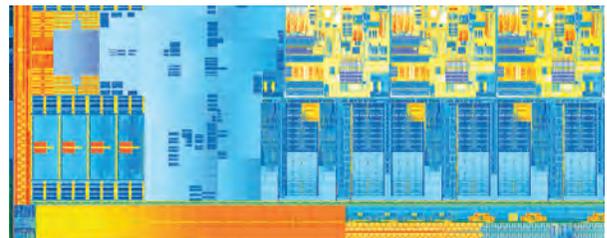


27 Nascita della teoria dei quanti e primi modelli dell'atomo 816

27-1	Scoperta e proprietà dell'elettrone	817
27-2	Radiazione di corpo nero; l'ipotesi dei quanti di Planck	819
27-3	Teoria corpuscolare della luce ed effetto fotoelettrico	821
27-4	Energia, massa e quantità di moto di un fotone	825
*27-5	Effetto Compton	826
27-6	Interazioni dei fotoni; produzione di coppie	827
27-7	Dualismo onda-particella; principio di complementarità	829
27-8	Natura ondulatoria della materia	830
27-9	Microscopi elettronici	832
27-10	Primi modelli dell'atomo	834
27-11	Spettri atomici: la chiave di accesso alla struttura dell'atomo	835
27-12	Modello di Bohr	837
27-13	L'ipotesi di de Broglie applicata agli atomi	845
Sommario	847	Problemi 849
Quesiti	847	Problemi generali 852
Quesiti per superare concezioni errate	848	Cerca e impara 853

28 Meccanica quantistica degli atomi 855

28-1	Meccanica quantistica: una nuova teoria	856
28-2	La funzione d'onda e la sua interpretazione; l'esperimento della doppia fenditura	856
28-3	Principio di indeterminazione di Heisenberg	858
28-4	Implicazioni filosofiche; probabilità e determinismo	863
28-5	Gli atomi dal punto di vista quantistico	864
28-6	Meccanica quantistica dell'atomo d'idrogeno; numeri quantici	865
28-7	Atomi con più elettroni; principio di esclusione	868
28-8	Tavola periodica degli elementi	870
*28-9	Spettri dei raggi X e numero atomico	871
*28-10	Fluorescenza e fosforescenza	874
28-11	Laser	875
*28-12	Olografia	878
Sommario	879	Problemi 882
Quesiti	880	Problemi generali 883
Quesiti per superare concezioni errate	881	Cerca e impara 884



29 Molecole e solidi 885

*29-1	I legami molecolari	885
*29-2	Grafici di energia potenziale per le molecole	888
*29-3	Legami deboli (o di van der Waals)	890
*29-4	Spettri molecolari	894
*29-5	Legami nei solidi	897
*29-6	Teoria degli elettroni liberi nei metalli; energia di Fermi	898
*29-7	Teoria a bande dei solidi	899
*29-8	Semiconduttori e drogaggio	902
*29-9	Diodi semiconduttori, LED, OLED	903
*29-10	Transistor: bipolari e MOSFET	909
*29-11	Circuiti integrati, tecnologia 22 nm	911
Sommario	911	Problemi 914
Quesiti	912	Problemi generali 915
Quesiti per superare concezioni errate	913	Cerca e impara 916

30 Fisica nucleare e radioattività 917

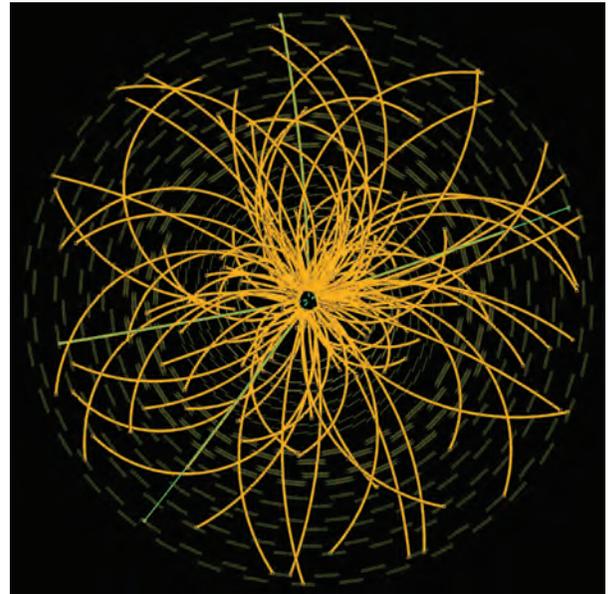
30-1	Struttura e proprietà del nucleo	918
30-2	Energia di legame e forze nucleari	921
30-3	Radioattività	924
30-4	Decadimento alfa	925
30-5	Decadimento beta	928
30-6	Decadimento gamma	930
30-7	Conservazione del numero nucleonico e altre leggi di conservazione	931
30-8	Tempo di dimezzamento e frequenza di decadimento	931
30-9	Calcolo delle frequenze di decadimento e dei tempi di dimezzamento	934
30-10	Serie di decadimenti	936
30-11	Datazione radioattiva	937
*30-12	Stabilità ed effetto tunnel	939
30-13	Rivelatori di radiazioni	940
Sommario	947	Problemi 949
Quesiti	947	Problemi generali 951
Quesiti per superare concezioni errate	948	Cerca e impara 952



31 Energia nucleare; effetti e impieghi della radiazione 954

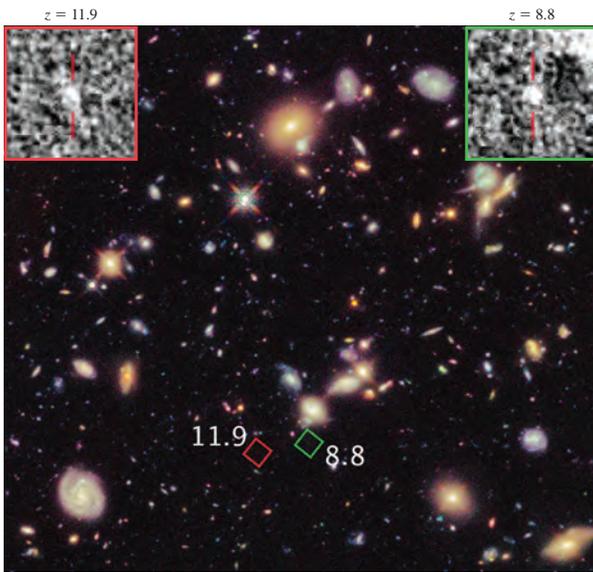
31-1	Reazioni nucleari e trasmutazione degli elementi	954
31-2	Fissione nucleare; reattori nucleari	959
31-3	Fusione nucleare	965
31-4	Passaggio della radiazione attraverso la materia; danni provocati dalla radiazione	970
31-5	Misura delle radiazioni; dosimetria	971

*31-6	Radioterapia	976
*31-7	Traccianti e tecniche di formazione dell'immagine nella ricerca e nella medicina	977
*31-8	Tomografia a emissione: PET e SPECT	978
31-9	Risonanza magnetica nucleare (NMR) e tecniche di formazione delle immagini NMR	980
Sommario	982	Problemi 985
Quesiti	983	Problemi generali 987
Quesiti per superare concezioni errate	983	Cerca e impara 988



32 Particelle elementari 989

32-1	Particelle di alta energia e acceleratori	990
32-2	Primordi della fisica delle particelle elementari; scambio di particelle	997
32-3	Particelle e antiparticelle	999
32-4	Interazioni tra particelle e leggi di conservazione	1001
32-5	Neutrini	1004
32-6	Classificazione delle particelle	1006
32-7	Stabilità della particella e risonanze	1008
32-8	Particelle strane? Incanto? Forse ci vuole un nuovo modello!	1009
32-9	I quark	1010
32-10	Il "modello standard": cromodinamica quantistica e teoria elettrodebole	1013
32-11	Teorie della grande unificazione	1016
32-12	Stringhe e supersimmetria	1018
Sommario	1020	Problemi 1022
Quesiti	1020	Problemi generali 1023
Quesiti per superare concezioni errate	1021	Cerca e impara 1024



33-4	Relatività generale: gravità e curvatura dello spazio	1038
33-5	L'Universo in espansione: redshift e legge di Hubble	1044
33-6	Il Big Bang e la radiazione cosmica a microonde	1048
33-7	Il modello cosmologico standard: la storia iniziale dell'Universo	1051
33-8	Inflazione: la spiegazione della forma piatta, uniformità e struttura	1055
33-9	Materia oscura ed energia oscura	1057
33-10	Struttura dell'Universo su larga scala	1060
33-11	Per concludere...	1061
Sommario	1061	Problemi 1064
Quesiti	1062	Problemi generali 1065
Quesiti per superare concezioni errate	1063	Cerca e impara 1066

33 **Astrofisica e cosmologia** **1025**

33-1	Stelle e galassie	1026
33-2	Evoluzione stellare: nascita e morte delle stelle, nucleosintesi	1029
33-3	Misura delle distanze	1036

Appendice **1067**

Richiami di matematica	1067
Risposte ai problemi	1080
Fonti delle illustrazioni	1093
Indice analitico	1096