

Prefazione

Fin dall'inizio, ho voluto scrivere un libro di testo differente da tutti quei manuali che presentano la fisica sotto forma di una sequenza di fatti, come un catalogo Sears: «questi sono i fatti e dovete impararli». Invece di proporre un approccio formale e dogmatico, ho cercato di affrontare ogni argomento esponendo osservazioni concrete ed esperienze alle quali gli studenti possono facilmente riferirsi: ho incominciato ogni argomento con esempi specifici e solo dopo ho affrontato le generalizzazioni e gli aspetti più formali, mostrando *perché* crediamo ciò che crediamo. Questo approccio riflette il modo in cui nella realtà si pratica la ricerca scientifica.

Perché una quarta edizione[†]?

Esistono due tendenze recenti nel campo della produzione dei libri di testo, che ritengo alquanto fastidiose: (1) i loro cicli di revisione sono sempre più corti (esce una nuova edizione ogni 3 o 4 anni); (2) i libri stanno diventando sempre più corposi, spesso lunghi più di 1500 pagine. Ritengo che nessuna di queste due tendenze sia di beneficio agli studenti. E la mia risposta è stata la seguente: (1) l'ultima edizione di questo libro risale a 8 anni fa; (2) questo testo si avvale dei risultati della ricerca nella didattica della fisica ed evita i dettagli nei quali un docente deve necessariamente addentrarsi nel corso di una lezione, ma che in un libro tolgono la voglia di leggere. E quindi rimane uno dei testi più brevi in circolazione.

Questa nuova edizione introduce alcuni strumenti pedagogici importanti. Contiene nuove applicazioni. L'organizzazione del testo e il suo formato sono stati studiati attentamente per seguire meglio gli argomenti di fisica trattati. Sono stati compiuti notevoli sforzi per rendere il libro accattivante, tale da invogliare gli studenti a *leggerlo*.

Che cosa c'è di nuovo

Quesiti di apertura del capitolo: Ogni capitolo inizia con un quesito a risposta multipla, le cui possibili risposte contengono errori dovuti a preconcetti comuni. Agli studenti è chiesto di rispondere prima di iniziare a leggere il capitolo, per coinvolgerli nella materia trattata e per far uscire allo scoperto i loro preconcetti. La risposta corretta viene fornita successivamente nel corso del capitolo, generalmente nell'ambito di un esercizio, dopo che l'argomento è stato spiegato. Il quesito di apertura del capitolo mostra anche agli studenti l'utilità e il potere della fisica.

APPROCCIO Paragrafo introduttivo negli esercizi svolti: Negli esercizi svolti è presente un breve paragrafo introduttivo alla soluzione, che descrive l'approccio e i passi che si debbono intraprendere per iniziare. Brevi NOTE dopo la

[†] La presente seconda edizione italiana è condotta sulla quarta edizione in lingua inglese.

soluzione ne sottolineano alcuni aspetti importanti, o ne menzionano un'eventuale applicazione.

Esempi passo-passo: L'esempio proposto di seguito alle numerose strategie di risoluzione dei problemi (più di 20 nel libro) viene spiegato passo per passo, in base alla strategia appena spiegata.

Esercizi all'interno del testo: Dopo un esempio o una spiegazione si dà agli studenti la possibilità di verificare se hanno capito abbastanza da poter rispondere a una semplice domanda o eseguire un breve calcolo. Spesso i quesiti sono a scelta multipla.

Maggiore chiarezza: Ogni argomento è stato controllato attentamente, per migliorare la chiarezza e la concisione della presentazione. Le frasi che potevano rallentare la trattazione dell'argomento principale sono state eliminate: in prima battuta ci si è attenuti all'essenziale, e dopo sono state date le elaborazioni.

Notazione vettoriale: I simboli delle grandezze vettoriali nel testo e nelle figure riportano la freccia sopra, il che li rende simili a quelli che si scrivono a mano.

Impaginazione: È stata prestata la massima attenzione alla struttura di ogni singola pagina, in misura maggiore rispetto alla scorsa edizione. Gli esempi, le dimostrazioni e gli argomenti più importanti si trovano in genere su pagine affiancate. Gli studenti non devono voltare le pagine avanti e indietro. I lettori hanno la visione completa di un argomento importante su due pagine affiancate.

Nuove applicazioni: Schermi a cristalli liquidi (LCD), macchine fotografiche digitali e sensori elettronici (CCD, CMOS), rischi dovuti all'elettricità, interruttori «salvavita», macchine fotocopiatrici, stampanti laser e a getto d'inchiostro, metal detector, visione subacquea, lancio «a effetto» della palla nel baseball, ali degli aeroplani, DNA, il modo in cui effettivamente *vediamo* le immagini.

Esempi modificati: Negli esempi è stato scritto esplicitamente un maggiore numero di passaggi matematici, e sono stati aggiunti molti esempi. Circa il 10% di tutti gli esempi sono stime numeriche.

Variazioni nell'organizzazione e nei contenuti

- **Moto rotazionale:** i capitoli 10 e 11 sono stati riorganizzati. e il momento angolare è ora interamente trattato nel capitolo 11.
- **Primo principio della Termodinamica:** il capitolo 19 è stato riscritto ed esteso. Ne è data la forma estesa: $\Delta K + \Delta U + \Delta E_{\text{int}} = Q - W$, dove ΔE_{int} si riferisce all'energia interna e ΔU all'energia potenziale.
- La cinematica e la dinamica del moto circolare sono trattate insieme nel capitolo 5.
- I capitoli 7 e 8, sul lavoro e l'energia, sono stati rivisti con cura.
- Il lavoro compiuto dalle forze d'attrito viene trattato ora insieme alla conservazione dell'energia.
- Alla fine di molti capitoli si possono trovare problemi che richiedono l'uso del computer o di una calcolatrice grafica.

- Per la lunghezza di un oggetto si è adottato il simbolo ℓ , invece del più comune l , che può assomigliare a 1 oppure a I (momento di inerzia, intensità di corrente elettrica).

Organizzazione

Alcuni docenti possono trovare che questo libro contenga più materiale di quello coperto dai loro corsi. Il testo offre una grande flessibilità. I paragrafi contrassegnati da un asterisco (*) sono considerati facoltativi: contengono argomenti di fisica leggermente più avanzati, o che normalmente non vengono trattati a lezione, e/o applicazioni interessanti. Non sono propedeutici ai capitoli successivi (a eccezione forse di qualche paragrafo facoltativo successivo). Per un corso breve, si possono omettere tutti i paragrafi e le parti facoltative. Gli argomenti non trattati a lezione possono essere importanti per studi successivi. Questo testo può servire anche come manuale di consultazione per l'ampiezza degli argomenti.

Ringraziamenti

Sono stati molti i docenti di Fisica che hanno dato contributi ed espresso commenti sui diversi aspetti di questo libro di testo. Li elenco qui sotto e ho con loro un debito di gratitudine.

Mario Affatigato, Coe College
 Lorraine Allen, United States Coast Guard Academy
 Zaven Altounian, McGill University
 Bruce Barnett, Johns Hopkins University
 Michael Barnett, Lawrence Berkeley Lab
 Anand Batra, Howard University
 Cornelius Bennhold, George Washington University
 Bruce Birkett, University of California Berkeley
 Dr. Robert Boivin, Auburn University
 Subir Bose, University of Central Florida
 David Branning, Trinity College
 Meade Brooks, Collin County Community College
 Bruce Bunker, University of Notre Dame
 Grant Bunker, Illinois Institute of Technology
 Wayne Carr, Stevens Institute of Technology
 Charles Chiu, University of Texas Austin
 Robert Coakley, University of Southern Maine
 David Curott, University of North Alabama
 Biman Das, SUNY Potsdam
 Bob Davis, Taylor University
 Kaushik De, University of Texas Arlington
 Michael Dennin, University of California Irvine
 Kathy Dimiduk, University of New Mexico
 John DiNardo, Drexel University
 Scott Dudley, United States Air Force Academy
 John Essick, Reed College
 Cassandra Fesen, Dartmouth College
 Alex Filippenko, University of California Berkeley
 Richard Firestone, Lawrence Berkeley Lab
 Mike Fortner, Northern Illinois University
 Tom Furtak, Colorado School of Mines
 Edward Gibson, California State University Sacramento

John Hardy, Texas A&M
 J. Erik Hendrickson, University of Wisconsin Eau Claire
 Laurent Hodges, Iowa State University
 David Hogg, New York University
 Mark Hollabaugh, Normandale Community College
 Andy Hollerman, University of Louisiana at Lafayette
 Bob Jacobsen, University of California Berkeley
 Teruki Kamon, Texas A&M
 Daryao Khatri, University of the District of Columbia
 Jay Kunze, Idaho State University
 Jim LaBelle, Dartmouth College
 M.A.K. Lodhi, Texas Tech
 Bruce Mason, University of Oklahoma
 Dan Mazilu, Virginia Tech
 Linda McDonald, North Park College
 Bill McNairy, Duke University
 Raj Mohanty, Boston University
 Giuseppe Molesini, Istituto Nazionale di Ottica Florence
 Lisa K. Morris, Washington State University
 Blaine Norum, University of Virginia
 Alexandria Oakes, Eastern Michigan University
 Michael Ottinger, Missouri Western State University
 Lyman Page, Princeton and WMAP
 Bruce Partridge, Haverford College
 R. Daryl Pedigo, University of Washington
 Robert Pelcovitz, Brown University
 Vahe Perroomian, UCLA
 James Rabchuk, Western Illinois University
 Michele Rallis, Ohio State University
 Paul Richards, University of California Berkeley
 Peter Riley, University of Texas Austin
 Larry Rowan, University of North Carolina Chapel Hill

Cindy Schwarz, Vassar College
 Peter Sheldon, Randolph-Macon Woman's College
 Natalia A. Sidorovskaia, University of Louisiana at Lafayette
 George Smoot, University of California Berkeley
 Mark Sprague, East Carolina University
 Michael Strauss, University of Oklahoma
 Laszlo Takac, University of Maryland Baltimore Co.
 Franklin D. Trumpy, Des Moines Area Community College
 Ray Turner, Clemson University
 Som Tyagi, Drexel University

John Vasut, Baylor University
 Robert Webb, Texas A&M
 Robert Weidman, Michigan Technological University
 Edward A. Whittaker, Stevens Institute of Technology
 John Wolbeck, Orange County Community College
 Stanley George Wojcicki, Stanford University
 Edward Wright, UCLA
 Todd Young, Wayne State College
 William Younger, College of the Albemarle
 Hsiao-Ling Zhou, Georgia State University

Per i suoi preziosi contributi, devo ringraziamenti speciali al Professor Bob Davis, il quale ha risolto tutti i problemi, provveduto al manuale delle soluzioni e fornito risposte ai problemi di numero dispari che si trovano alla fine di questo libro. I miei ringraziamenti anche a J. Erik Hendrickson, che ha collaborato con Bob Davis nel fornire le soluzioni e alla squadra che hanno diretto (i professori Anand Batra, Meade Brooks, David Currott, Blaine Norum, Michael Ottinger, Larry Rowan, Ray Turner, John Vasut, William Younger). Molti ringraziamenti anche a Katherine Whatley e Judit Beck, le quali hanno fornito le risposte ai Quesiti che si trovano alla fine di ogni capitolo. Sono grato ai professori John Essick, Bruce Barnett, Robert Coakley, Biman Das, Michael Dennin, Kathy Dimiduk, John DiNardo, Scott Dudley, David Hogg, Cindy Schwarz, Ray Turner e Som Tyagi, che hanno suggerito molti degli Esempi, delle Domande, dei Problemi e diversi chiarimenti significativi.

Sono stati indispensabili il professor Ray Turner e le professoresse Kathy Dimiduk e Lorraine Allen, che hanno corretto gli errori e hanno dato suggerimenti eccellenti. Tante grazie anche a loro, e al professor Giuseppe Molesini per i suoi consigli e per le eccezionali fotografie sull'ottica.

Devo in particolar modo ringraziare i professori Howard Shugart, Chair Frances Hellman, e molti altri del Dipartimento di Fisica dell'Università della California a Berkeley, per le utili discussioni e per l'ospitalità. Grazie anche al professor Tito Arecchi e ad altri dell'Istituto Nazionale di Ottica di Firenze, in Italia.

Infine sono grato alle tante persone della Prentice Hall, con le quali ho lavorato al progetto, specialmente a Paul Corey, Christian Botting, Sean Hogan, Clare Romeo, Frank Weihenig, John Christiana e Karen Karlin.

L'ultima responsabilità di tutti gli errori è mia. Accolgo volentieri commenti, correzioni e suggerimenti, affinché gli studenti possano presto trarne beneficio nella prossima ristampa.

D.C.G.

L'Autore

Douglas C. Giancoli ha conseguito la laurea (*Bachelor of Arts*) in Fisica all'Università della California a Berkeley con il massimo dei voti (*summa cum laude*). Ha ottenuto il Master of Science in Fisica al MIT e il dottorato (PhD) in Fisica delle particelle elementari di nuovo a Berkeley. Ha lavorato due anni come membro interno del laboratorio microbiologico (ricerca sui virus) sviluppando competenze in biologia molecolare e in biofisica. Tra i suoi mentori si possono annoverare i premi Nobel Emilio Segré e Donald Glaser.

Ha tenuto un'ampia gamma di corsi universitari, sia di taglio tradizionale sia innovativo, e continua ad aggiornare meticolosamente i propri libri di testo, pensando sempre a come meglio offrire agli studenti una buona comprensione della Fisica.



Nel tempo libero ama le attività all'aperto e in particolare pratica alpinismo. Sostiene che scalare una vetta è come imparare la Fisica: richiede uno sforzo, ma la ricompensa è grande.

Allo studente

Come studiare

1. Leggi il capitolo. Impara i concetti e le notazioni. Prova a rispondere ai quesiti e a risolvere gli esercizi proposti.
2. Partecipa a tutte le lezioni. Ascolta. Prendi appunti, specialmente sugli aspetti che non rammenti essere presenti nel libro. Poni delle domande (tutti vorrebbero farlo, ma forse tu ne avrai il coraggio). Potrai sfruttare meglio la lezione se avrai letto prima il relativo capitolo.
3. Leggi di nuovo il capitolo, prestando attenzione ai dettagli. Segui tutti i passaggi e in modo particolare gli esempi. Assorbi la loro logica. Risolvi il maggior numero di esercizi possibile e rispondi ai quesiti posti alla fine del capitolo.
4. Risolvi da 10 a 20 dei problemi presenti alla fine del capitolo (o anche più), specialmente quelli assegnati. Risolvendo i problemi capirai quello che hai imparato e quello che non hai ancora appreso bene. Risolvere i problemi è uno dei modi migliori per imparare. Non cercare solo la formula che serve per la soluzione, cerca di comprendere il problema.

Note sul formato e sulla risoluzione dei problemi
















1. I paragrafi contrassegnati da un asterisco (*) sono da considerare **facoltativi**. Possono essere tralasciati senza che si perda il filo logico del percorso di apprendimento. Nessun argomento successivo, a parte eventuali altri paragrafi facoltativi, dipende dal loro apprendimento. Tieni conto però che questi paragrafi potrebbero essere piacevoli da leggere.
2. Nel testo si utilizzano le **convenzioni** usuali: i simboli per le grandezze (per esempio m per la massa) sono in corsivo, mentre le unità di misura (come m per metro) sono in tondo. I simboli relativi ai vettori portano una freccetta sopra: \vec{F} .
3. Poche equazioni sono valide in tutte le situazioni. Nei casi significativi, le **limitazioni** delle equazioni importanti sono indicate tra parentesi quadre accanto all'equazione. Le equazioni che rappresentano le principali leggi della fisica sono evidenziate da un fondino colorato; questo vale anche per alcune altre equazioni indispensabili.
4. Alla fine di ogni capitolo viene presentata una serie di **Problemi** classificati per difficoltà nei livelli I, II o III. I problemi di livello I sono i più semplici, quelli di livello II sono di difficoltà standard, quelli di livello III ti metteranno particolarmente alla prova. I problemi sono raggruppati in paragrafi, e i problemi di un dato paragrafo possono basarsi sul materiale precedente. Per ogni capitolo è presente un certo numero di Problemi generali, che non sono né organizzati per paragrafi, né classificati per difficoltà. I problemi relativi ai paragrafi facoltativi sono anch'essi contrassegnati da un asterisco. Molti capitoli presentano, alla fine, uno o due problemi numerici che richiedono l'utilizzo del computer. Le risposte ai problemi di numero dispari sono date alla fine del libro.
5. Essere capaci di risolvere i **Problemi** è parte integrante e cruciale dell'apprendimento della fisica, e fornisce un notevole aiuto alla comprensione dei

concetti e dei principi. Questo libro contiene diversi suggerimenti e aiuti alla risoluzione dei problemi: (a) nel testo sono presenti **Esempi** completamente risolti, che dovrebbero essere studiati come parte integrante del testo; (b) alcuni degli Esempi risolti sono **Esempi di «stima»**, che mostrano come è possibile ottenere risultati approssimati anche in presenza di un numero limitato di informazioni (vedi par. 1-6); (c) in tutto il testo sono presenti **Guide alla Risoluzione dei Problemi** che suggeriscono come affrontare passo dopo passo la risoluzione dei problemi relativi a un determinato argomento – ricorda, però, che le strategie di fondo rimangono sempre le stesse; molte di queste «guide» sono seguite da un Esempio che viene risolto esplicitamente seguendo i passi suggeriti; (d) esistono paragrafi dedicati esplicitamente alla risoluzione dei problemi; (e) sono presenti anche delle note a margine per la «risoluzione dei problemi» che fanno riferimento ai suggerimenti presenti nel testo; (f) gli **Esercizi** presenti nel testo dovrebbero essere affrontati e risolti immediatamente, per poi confrontare la risposta con la soluzione data alla fine del capitolo; (g) alla fine di ogni capitolo si trovano numerosi problemi da svolgere (vedi punto 4).








6. Gli **Esempi concettuali** pongono domande che dovresti porti, su cui ragionare e dare una risposta. Datti del tempo per trovare la risposta prima di leggere la soluzione.
7. In **Appendice** troverai delle note di matematica e altre informazioni. Altri dati utili, come fattori di conversione e formule matematiche, si trovano nelle pagine interne di copertina.

USO DEI COLORI







Vettori

Un vettore	
Il vettore risultante (somma) è leggermente più spesso	
Le componenti di un vettore sono tratteggiate	
Vettore spostamento, vettore posizione (\vec{D} , \vec{r})	
Velocità (\vec{v})	
Accelerazione (\vec{a})	
Forza (\vec{F})	
Forza agente sul secondo o terzo oggetto nella stessa figura	 
Quantità di moto (\vec{p} o $m\vec{v}$)	
Momento angolare (\vec{L})	
Velocità angolare ($\vec{\omega}$)	
Momento di una forza ($\vec{\tau}$)	
Campo elettrico (\vec{E})	
Campo magnetico (\vec{B})	





Elettricità e magnetismo

Linee di forza del campo elettrico	
Linee equipotenziali	
Linee di forza del campo magnetico	
Carica elettrica (+)	 o 
Carica elettrica (-)	 o 


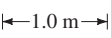
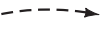
Simboli nei circuiti elettrici

Filo elettrico, con interruttore	
Resistenza	
Capacità	
Induttanza	
Batteria	
Terra	

Ottica

Raggio luminoso	
Oggetto	
Immagine reale (tratteggiata)	
Immagine virtuale (tratteggiata e più chiara)	

Altro

Livelli di energia (atomici, ecc.)	
Valore della misura	
Traiettoria di un oggetto in moto	
Direzione del moto o della corrente	