

Prefazione all'edizione italiana

Questa terza edizione italiana dell'opera di Douglas C. Giancoli rappresenta l'aggiornamento di un testo rivolto ai corsi di Fisica che vengono svolti nell'Università italiana per corsi di laurea diversi da quello in Fisica, in particolare per Scienze Biologiche, Scienze Naturali, Medicina e Farmacia.

Come docenti di questi corsi, abbiamo adottato le precedenti edizioni italiane dal primo anno di avvio delle lauree triennali, perché ne condividiamo l'impostazione di base: la scelta di una trattazione semplificata al massimo dal punto di vista matematico e quindi teorico, ma estremamente ricca di esemplificazioni e applicazioni sia al campo biomedico, sia alla vita quotidiana; il linguaggio molto semplice ma curato e, in generale, l'attenzione, esplicitamente manifestata dall'autore, alle difficoltà concettuali che gli studenti incontrano nell'apprendimento della Fisica; il numero elevato di esercizi di vario livello di difficoltà, adatti ad essere risolti in aula o suggeriti agli studenti per esercitarsi nella risoluzione dei problemi.

L'esperienza d'insegnamento maturata in questi anni ci ha permesso di verificare la validità di questa impostazione: il testo si è dimostrato infatti adatto alle esigenze di studenti di corsi diversi, consentendo a ciascun docente di effettuare la selezione più appropriata degli argomenti da trattare.

Per quanto riguarda l'organizzazione dei contenuti nonché le innovazioni introdotte dalla nuova edizione americana e rispettate da questa edizione italiana, rimandiamo alla puntuale e accurata prefazione dell'autore, riportata nelle prossime pagine.

I Curatori
Bologna, luglio 2017

Prefazione

Che cosa c'è di nuovo?

Ci sono molte novità in questa edizione. Ecco le quattro più importanti:

1. Domande a scelta multipla alla fine di ciascun capitolo. Non sono le solite domande, si chiamano **Quesiti per superare concezioni errate** perché le risposte (*a, b, c, d* ecc.) sono scelte in modo da rappresentare gli errori più diffusi tra gli studenti. Rappresentano quindi uno strumento di apprendimento piuttosto che di valutazione.
2. **Cerca e impara**, alla fine di ogni capitolo, dopo tutti i problemi. Alcune richieste sono piuttosto difficili, altre abbastanza facili. Lo scopo è quello di invitare gli studenti a tornare a leggere parti del testo e approfondire le loro conoscenze alla ricerca delle risposte, se non altro perché obbligati a rileggere parte del testo.
3. **Domande di inizio capitolo** che aprono ciascun capitolo, una specie di “incentivo alla lettura”. Si tratta di domande a scelta multipla le cui risposte riportano errori diffusi, con lo scopo di mettere fin dall’inizio in evidenza i preconcetti degli studenti. Una volta che l’argomento è stato trattato nel testo, gli studenti incontrano un Esercizio che li invita a ritornare alla domanda iniziale per ripensarci e rispondere di nuovo.
4. **Il digitale**. Più importante di tutti: le più recenti e fondamentali applicazioni. Oggigiorno siamo circondati dall’elettronica digitale, ma come funziona? Se cerchiamo, ad esempio su Internet, non troviamo quasi niente relativo alla fisica che ne è alla base ma piuttosto informazioni superficiali o espresse con un linguaggio gergale poco comprensibile. Perciò, per la prima volta, ho cercato di spiegare i concetti base del digitale:
 - le memorie per computer basate sui semiconduttori: DRAM e flash memories
 - le fotocamere digitali e i sensori, argomento rivisto e ampliato.

Inoltre questa settima edizione presenta:

5. **Nuovi argomenti, nuove applicazioni, principali revisioni.**
 - Stima del raggio della Terra (par. 1-7)
 - Analisi del moto con i grafici (par. 2-8)
 - Pianeti, visione geocentrica e sistema eliocentrico (par. 5-6)
 - L’orbita della Luna attorno alla Terra: fasi e periodi (par. 5-7)
 - Spiegazione della variazione del livello dell’acqua di un lago quando vi si butta una grande pietra (Esempio 10-11)
 - Nuovi argomenti in campo biologico e medico, che comprendono i parametri sanguigni (circolazione, zuccheri) – Capitoli 10, 12, 14, 19, 20, 21
 - Il colore della luce visto sott’acqua (Esempio 24-4)
 - Spiegazione della colorazione delle bolle di sapone (par. 24-8)
 - Molti nuovi argomenti che riguardano lo sport
 - In questa edizione la lunghezza di un oggetto è scritta con il carattere ℓ piuttosto che con la lettera l , che potrebbe essere confusa con 1 o con I (momento

di inerzia, corrente), come in $F = IlB$. La lettera L maiuscola è utilizzata per il momento angolare, calore latente, induttanza, dimensione di lunghezza $[L]$.

6. **Nuove fotografie** scattate da studenti e insegnanti.
7. **Maggiore chiarezza.** Non è stato trascurato nessun paragrafo di questo libro per quanto riguarda la ricerca della massima chiarezza e concisione di presentazione. Sono state eliminate tutte le frasi che potevano ostacolare l'argomentazione principale: l'essenziale innanzitutto, in seguito le elaborazioni.
8. È stato fatto ampio riferimento ai risultati della ricerca in didattica della fisica.
9. **Esempi modificati.** Sono stati esplicitati ulteriori passaggi matematici e introdotti molti nuovi Esempi. Circa il 10% di tutti gli esempi sono Stime.
10. **Il libro è più corto** di altri libri equivalenti per contenuti e destinatari. Le spiegazioni più corte sono più comprensibili e probabilmente più lette.
11. **La rivoluzione cosmologica.** Con la consulenza di esperti di fama, i lettori hanno accesso ai risultati più recenti della ricerca in cosmologia.

Vedere il mondo con gli occhi della fisica

Fin dall'inizio, la mia idea è stata quella di scrivere un libro di testo differente da quelli che presentano la fisica come un susseguirsi di fatti, come in un catalogo. "Ecco i fatti, sarà bene che tu li impari". Invece di cominciare in modo formale e dogmatico, ho cercato di iniziare ogni argomento introducendo osservazioni concrete ed esperienze alla portata degli studenti: cominciare con argomenti specifici per poi passare alle grandi generalizzazioni e agli aspetti più formali dell'argomento, per mostrare *perché* crediamo a ciò che crediamo.

Questo approccio riflette il modo in cui la scienza è effettivamente praticata.

Lo scopo principale è offrire agli studenti una comprensione approfondita dei concetti base della fisica in tutti i suoi aspetti, dalla meccanica alla fisica moderna. Un secondo obiettivo è mostrare agli studenti quanto sia utile la fisica nella loro vita quotidiana e nelle loro future professioni, presentando applicazioni nel campo della biologia, della medicina, dell'architettura e così via. Molta attenzione è stata dedicata alle tecniche e all'approccio per la risoluzione dei problemi, mediante esempi di problemi risolti e paragrafi dedicati alle strategie di risoluzione.

Questo testo è particolarmente adatto a studenti che seguono un corso annuale di fisica, facendo uso di algebra e trigonometria ma non di calcolo infinitesimale¹. Molti di questi studenti sono iscritti a corsi di laurea in biologia o medicina oppure in architettura, in materie tecnologiche o in scienze della Terra e dell'ambiente. Molte delle applicazioni della fisica in questi campi mirano a rispondere alla domanda che più comunemente viene posta dagli studenti: "Perché si deve studiare la fisica?". La risposta è che la fisica è fondamentale per la piena comprensione degli ambiti di studio sopra citati e questo libro aiuta a comprendere il modo in cui essa svolge questo ruolo. La fisica è presente in tutti gli aspetti della nostra vita quotidiana; lo scopo di questo libro è aiutare gli studenti a "vedere il mondo con gli occhi della fisica".

Nei primi capitoli si è cercato di evitare di imporre agli studenti troppo materiale da leggere. Innanzitutto è necessario imparare le basi e molti aspetti possono essere rimandati a quando gli studenti saranno meno oberati di lavoro e più preparati. Se evitiamo di sovraccaricare gli studenti con molti dettagli, soprattutto

¹ Seguire un corso di analisi matematica va benissimo, ma l'intreccio tra l'analisi e la fisica può impedire a questi studenti l'apprendimento della fisica a causa delle difficoltà dovute alla matematica.

all'inizio, forse è più facile che trovino la fisica interessante, divertente e utile e forse chi è spaventato dalla fisica potrebbe smettere di esserlo.

Il capitolo 1 *non* è fatto per essere saltato. È fondamentale per i fisici comprendere che ogni misura è affetta da un'incertezza e acquisire dimestichezza con le cifre significative. Molto importante è anche saper convertire le unità di misura ed essere capaci di effettuare *stime* rapide.

La *matematica* può rappresentare per lo studente un ostacolo alla comprensione, perciò abbiamo fatto in modo di riportare sempre tutti i passaggi matematici necessari per derivare un'equazione. Importanti strumenti matematici, come la somma di vettori e le formule trigonometriche, sono spiegati nel testo la prima volta in cui sono necessari, in modo che compaiano nel loro contesto piuttosto che in un arido capitolo introduttivo. L'Appendice alla fine del volume contiene un ripasso di algebra e geometria, con l'aggiunta di qualche argomento più avanzato.

Il *colore* è usato come supporto pedagogico per evidenziare la fisica. Ad esempio, vettori diversi vengono rappresentati con colori differenti (*vedi* la tavola sull'uso dei colori).

I paragrafi contrassegnati con un asterisco * sono opzionali. Trattano argomenti di fisica di livello un po' più avanzato o che non vengono normalmente affrontati nei corsi e/o applicazioni interessanti. Di solito non contengono informazioni necessarie per la trattazione dei capitoli successivi.

In un corso più breve possono essere saltati tutti i materiali opzionali e anche larga parte dei capitoli 1, 10, 12, nonché una selezione dei paragrafi nei capitoli 7, 8, 9, 15, 21, 24, 25. Gli argomenti che non vengono affrontati nel corso possono comunque rappresentare per gli studenti una valida risorsa per uno studio successivo. In altre parole questo testo, data l'ampiezza dei temi affrontati, può servire da materiale di riferimento per molti anni di studio.

Profilo dell'autore

Douglas C. Giancoli si è laureato in fisica (con lode) presso l'Università della California a Berkeley, ha conseguito il Master in Fisica al MIT e il PhD in fisica delle particelle elementari di nuovo a Berkeley, dove ha successivamente trascorso due anni con una borsa di studio post-doc presso il Virus lab, acquisendo competenze in biologia molecolare e biofisica. Sono stati suoi maestri Emilio Segrè e Donald Glaser.

Ha insegnato in numerosi corsi per il primo livello di laurea, sia di stampo tradizionale sia innovativi, e continua ad aggiornare meticolosamente i suoi testi, alla ricerca di modi sempre più efficaci per favorire l'apprendimento della fisica da parte degli studenti.

La sua attività di tempo libero preferita è all'aria aperta, e ama soprattutto scalare le montagne. Sostiene che scalare una montagna è come imparare la fisica: è faticoso e la ricompensa è molto grande.

Agli studenti

Come studiare

1. Leggere il capitolo. Imparare i nuovi termini e le notazioni. Cercare di rispondere alle domande e svolgere gli esercizi nell'ordine in cui compaiono.
2. Seguire tutte le lezioni. Ascoltare e prendere appunti, soprattutto su quegli aspetti che non ricordate di aver visto sul libro, fare domande (trovare il coraggio di farle). Si trae molto più vantaggio da una lezione se prima si è letto il capitolo.
3. Rileggere il capitolo facendo attenzione ai dettagli. Seguire passo passo le dimostrazioni e gli esercizi svolti, per cercare di appropriarsi del percorso logico. Risolvere gli esercizi e rispondere al maggior numero possibile di quesiti alla fine del capitolo e a tutte le domande sulle concezioni errate.
4. Risolvere almeno da 10 a 20 problemi, soprattutto quelli che vengono assegnati dal docente. Cercando di risolvere i problemi si scopre che cosa si è imparato e che cosa no. Discutere dei problemi con altri studenti. Risolvere problemi è uno dei principali strumenti per l'apprendimento. Non si tratta semplicemente di cercare una formula: potrebbe essere quella sbagliata.

Note relative alla struttura e alla risoluzione dei problemi

1. I paragrafi contrassegnati da un asterisco (*) sono opzionali e possono essere tralasciati senza che si interrompa il filo del discorso. La trattazione di altri argomenti non dipende da questi, fatta eccezione per eventuali successivi paragrafi asteriscati. Possono essere comunque interessanti da leggere.
2. Vengono usate le convenzioni usuali: i simboli per le grandezze (come m per massa) sono in corsivo, mentre le unità di misura no (come m per metro). I simboli dei vettori sono in grassetto con una freccia sopra: \vec{F} .
3. Ci sono poche equazioni valide in tutti i casi e, quando necessario, le limitazioni sono evidenziate fra parentesi quadre vicino all'equazione.
4. Alla fine di ciascun capitolo c'è un gruppo di **Quesiti** a cui rispondere. È bene cercare di rispondere a tutti i **Quesiti per superare concezioni errate** a risposta multipla. Ancora più importanti sono i **Problemi**, che sono categorizzati in tre livelli a seconda della loro difficoltà. I problemi di livello (I) sono i più facili, quelli di livello (II) sono standard, mentre quelli di livello (III) sono vere e proprie "sfide". Questi problemi sono suddivisi in base ai paragrafi del capitolo, ma i problemi relativi a un paragrafo possono far riferimento anche a contenuti trattati in precedenza. Seguono poi i **Problemi Generali**, che non sono suddivisi né per livello né per paragrafo. I problemi che si riferiscono ai paragrafi opzionali sono contrassegnati con un asterisco (*). Dei problemi contraddistinti dal numero in rosso vengono fornite le risposte alla fine del libro. Le domande **Cerca e impara** alla fine del capitolo invitano a riguardare parti del testo per individuare dettagli e al tempo stesso sono di aiuto all'apprendimento.
5. La capacità di risolvere i **Problemi** è cruciale nell'apprendimento della fisica e costituisce uno strumento potente per comprendere concetti e principi. Questo libro contiene molti suggerimenti per la risoluzione dei problemi: (a) **Esempi** di problemi svolti, in cui sono specificati sia l'approccio sia la soluzione vera e propria; (b) alcuni degli esempi risolti sono **Problemi di Stima**, cioè mostrano come si possano ottenere risultati approssimati anche a partire da scarse informazioni; (c) schede **Problem Solving** sono distribuite in tutto il testo per suggerire un approccio passo passo alla risoluzione dei problemi relativi a un particolare argomento, ma è da notare che il procedimento di base è sempre il

medesimo; molte di queste indicazioni sono seguite da un esempio che viene svolto seguendo esplicitamente i passaggi suggeriti; (d) paragrafi speciali dedicati alla risoluzione di problemi; (e) **Esercizi** distribuiti lungo il testo che devono essere risolti subito; le risposte si possono controllare con quelle riportate nell'ultima pagina di ciascun capitolo; (f) i Problemi alla fine di ciascun capitolo (vedi punto 4).

6. Gli **Esempi concettuali** pongono un problema che ha lo scopo di far pensare e arrivare a una risposta, quindi bisogna prendersi un po' di tempo per trovare la propria risposta prima di leggere quella fornita dal testo.
7. Nell'Appendice vi è un ripasso della **Matematica** necessaria e qualche argomento aggiuntivo. Nelle controcopertine si trovano **dati, fattori di conversione e formule matematiche** che possono essere utili.

Sul sito online.universita.zanichelli.it/giancolifondamenti-3ed è possibile verificare se sono disponibili aggiornamenti ed errata corrige per questo volume.

Ringraziamenti

Molti docenti di fisica hanno dato contributi e suggerimenti importanti su tutti gli aspetti di questo testo. I loro nomi sono elencati di seguito e a tutti devo un ringraziamento.

Edward Adelson, The Ohio State University
 Lorraine Allen, United States Coast Guard Academy
 Zaven Altounian, McGill University
 Leon Amstutz, Taylor University
 David T. Bannon, Oregon State 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
 Steven Boggs, University of California Berkeley
 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
 Roger N. Clark, U. S. Geological Survey
 Russell Clark, University of Pittsburgh
 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
 Karim Diff, Santa Fe College
 Kathy Dimiduk, Cornell University
 John DiNardo, Drexel University
 Scott Dudley, United States Air Force Academy
 Paul Dyke
 John Essick, Reed College
 Kim Farah, Lasell College
 Cassandra Fesen, Dartmouth College
 Leonard Finegold, Drexel University

Alex Filippenko, University of California Berkeley
 Richard Firestone, Lawrence Berkeley Lab
 Allen Flora, Hood College
 Mike Fortner, Northern Illinois University
 Tom Furtak, Colorado School of Mines
 Edward Gibson, California State University Sacramento
 John Hardy, Texas A&M
 Thomas Hemmick, State University of New York Stonybrook
 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
 Russell Holmes, University of Minnesota Twin Cities
 William Holzapfel, University of California Berkeley
 Chenming Hu, University of California Berkeley
 Bob Jacobsen, University of California Berkeley
 Arthur W. John, Northeastern University
 Teruki Kamon, Texas A&M
 Daryao Khatri, University of the District of Columbia
 Tsu-Jae King Liu, University of California Berkeley
 Richard Kronenfeld, South Mountain Community College
 Jay Kunze, Idaho State University
 Jim LaBelle, Dartmouth College
 Amer Lahamer, Berea College
 David Lamp, Texas Tech University
 Kevin Lear, SpatialGraphics.com
 Ran Li, Kent State University
 Andrei Linde, Stanford University
 M.A.K. Lodhi, Texas Tech
 Lisa Madewell, University of Wisconsin
 Bruce Mason, University of Oklahoma
 Mark Mattson, James Madison University
 Dan Mazilu, Washington and Lee University
 Linda McDonald, North Park College
 Bill McNairy, Duke University

Jo Ann Merrell, Saddleback College
 Raj Mohanty, Boston University
 Giuseppe Molesini, Istituto Nazionale di Ottica Florence
 Wouter Montfroofij, University of Missouri
 Eric Moore, Frostburg State University
 Lisa K. Morris, Washington State University
 Richard Muller, University of California Berkeley
 Blaine Norum, University of Virginia
 Lauren Novatne, Reedley College
 Alexandria Oakes, Eastern Michigan University
 Ralph Oberly, Marshall University
 Michael Ottinger, Missouri Western State University
 Lyman Page, Princeton and WMAP
 Laurence Palmer, University of Maryland
 Bruce Partridge, Haverford College
 R. Daryl Pedigo, University of Washington
 Robert Pelcovitz, Brown University
 Saul Perlmutter, University of California Berkeley
 Vahe Peromian, UCLA
 Harvey Picker, Trinity College
 Amy Pope, Clemson University
 James Rabchuk, Western Illinois University
 Michele Rallis, Ohio State University
 Paul Richards, University of California Berkeley
 Peter Riley, University of Texas Austin
 Dennis Rioux, University of Wisconsin Oshkosh
 John Rollino, Rutgers University
 Larry Rowan, University of North Carolina Chapel Hill
 Arthur Schmidt, Northwestern University
 Cindy Schwarz-Rachmilowitz, Vassar College
 Peter Sheldon, Randolph-Macon Woman's College
 Natalia A. Sidorovskaia, University of Louisiana at Lafayette
 James Siegrist, University of California Berkeley
 Christopher Sirola, University of Southern Mississippi
 Earl Skelton, Georgetown University
 George Smoot, University of California Berkeley
 David Snoko, University of Pittsburgh
 Stanley Sobolewski, Indiana University of Pennsylvania
 Mark Sprague, East Carolina University
 Michael Strauss, University of Oklahoma
 Laszlo Takac, University of Maryland Baltimore Co.
 Leo Takahashi, Pennsylvania State University
 Richard Taylor, University of Oregon
 Oswald Tekyi-Mensah, Alabama State University
 Franklin D. Trumpy, Des Moines Area Community College
 Ray Turner, Clemson University
 Som Tyagi, Drexel University
 David Vakil, El Camino College
 Trina VanAusdal, Salt Lake Community College
 John Vasut, Baylor University
 Robert Webb, Texas A&M
 Robert Weidman, Michigan Technological University
 Edward A. Whittaker, Stevens Institute of Technology
 Lisa M. Will, San Diego City College
 Suzanne Willis, Northern Illinois University
 John Wolbeck, Orange County Community College
 Stanley George Wojcicki, Stanford University
 Mark Worthy, Mississippi State University
 Edward Wright, UCLA and WMAP
 Todd Young, Wayne State College

William Younger, College of the Albemarle
 Hsiao-Ling Zhou, Georgia State University
 Michael Ziegler, The Ohio State University
 Ulrich Zurcher, Cleveland State University

Le nuove fotografie sono state offerte dai professori Vickie Frohne (Holy Cross Coll.), Guillermo Gonzales (Grove City Coll.), Martin Hackworth (Idaho State U.), Walter H.G. Lewin (MIT), Nicholas Murgu (NEIT), Melissa Vigil (Marquette U.), Brian Woodahl (Indiana U. a Indianapolis) e Gary Wysin (Kansas State U.).

Alcune nuove fotografie scattate da studenti sono di AAPT photo contest: Matt Buck (John Burroughs School), Matthew Claspill (Helias H.S.), Greg Gentile (West Forsyth H.S.), Shilpa Hampole (Notre Dame H.S.), Sarah Lampen (John Burroughs School), Mrinalini Modak (Fayetteville-Manlius H.S.), Joey Moro (Ithaca H.S.) e Anna Russell e Annacy Wilson (entrambe Tamalpais H.S.).

Debbo ringraziare in particolare il professor Bob Davis per il suo contributo prezioso soprattutto nel risolvere tutti i problemi e realizzare la lista delle risposte ai problemi. Molti ringraziamenti anche a J. Erik Hendrickson che ha collaborato con Bob Davis e a tutto il gruppo che ha lavorato con loro (professori Karim Diff, Thomas Hemmick, Lauren Novatne, Michael Ottinger e Trina Van Ausdal).

Sono grato ai professori Lorraine Allen, David Bannon, Robert Coakley, Kathy Dimiduk, John Essick, Dan Mazilu, John Rollino, Cindy Schwarz, Earl Skelton, Michael Strauss, Ray Turner, Suzanne Willis e Todd Young, che hanno collaborato alla stesura dei "Quesiti per superare concezioni errate" e alla stesura di "Cerca e impara", contribuendo con chiarimenti significativi.

Fondamentali nella ricerca di errori, oltre che per l'apporto di importanti suggerimenti, sono stati i professori Lorraine Allen, Kathy Dimiduk, Michael Strauss, Ray Turner e David Vakil. Un enorme grazie a loro e al Prof. Giuseppe Molesini per i suoi suggerimenti e le eccezionali fotografie.

Desidero inoltre ringraziare i professori Howard Shurgart, Chair Frances Hellman e molti altri colleghi del Dipartimento di Fisica della University of California, Berkeley, per le importanti discussioni e per l'ospitalità. Grazie anche ai professori Tito Arecchi, Giuseppe Molesini e Riccardo Meucci dell'Istituto Nazionale di Ottica di Firenze.

Infine, sono grato alle molte persone della Pearson Education con le quali ho lavorato a questo progetto, in particolare Paul Corey e la sempre perspicace Karen Karlin.

La responsabilità finale per gli errori contenuti nel testo è solo mia. Saranno graditi commenti, correzioni e suggerimenti che saranno inseriti nella prossima ristampa a beneficio degli studenti.

D.C.G.