

---

## Prefazione

Questo libro intende fornire le conoscenze teoriche e fenomenologiche di base della struttura della materia a livello subatomico, presentando in maniera coordinata concetti e caratteristiche della fisica delle particelle elementari e della fisica nucleare. Abbiamo avvertito l'esigenza di un libro su *Particelle e interazioni fondamentali* sia a seguito della strutturazione degli studi universitari con la suddivisione 3+2, sia per la carenza di analoghe pubblicazioni recenti in lingua italiana. Una prima parte è ad un livello più semplice, non presuppone una conoscenza precedente del campo, a parte nozioni elementari di meccanica quantistica, ed è organizzata in modo da poter essere utilizzata per un corso del III anno del tipo *Istituzioni di Fisica Nucleare e Subnucleare* della classe di laurea in Fisica. La seconda parte è a carattere più avanzato, ed è rivolta a studenti di corsi del tipo *Fisica delle Particelle* della Laurea Magistrale (LM) e a studenti delle scuole di Dottorato. L'enfasi è in ogni modo sugli aspetti sperimentali e fenomenologici del campo. Una lista di testi, di lavori di rassegna e di alcuni lavori specializzati è riportata nella bibliografia. Il libro si basa sull'esperienza degli autori in corsi sia della Laurea che della LM dell'Università di Bologna.

La lettura del libro evidenzierà il fatto che storicamente la fisica delle alte energie rappresenta un settore di punta della ricerca italiana; questo, grazie anche alla collaborazione tra Università e Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). Tutti gli studenti interessati a compiere ricerche in questo campo troveranno utile consultare il sito web dell'INFN [ww0].

Dopo un'introduzione storica e sui concetti fondamentali, nei Cap. 1-3 abbiamo dedicato particolare attenzione all'analisi di alcuni esperimenti, evidenziando le metodologie, gli acceleratori e alcune tecniche di rivelazione, per passare poi a semplici e intuitivi schemi di classificazione. Nei Cap. 4 e 5, vengono discusse in modo qualitativo le interazioni fondamentali; in particolare, l'interazione elettromagnetica (che è familiare allo studente) viene utilizzata per richiamare alcuni argomenti dai corsi di teoria e per definire il formalismo che sarà usato per l'interazione nucleare e quella debole. Successivamente sono descritti i principi di invarianza e le leggi di conservazione (Cap. 6). Nel

Cap. 7 vengono poi discusse in modo più formale le interazioni tra adroni e il modello statico a quark. Il Cap. 8 verte sulla interazione debole e sui neutrini. Buona parte del capitolo ha un approccio sia teorico (il formalismo di Fermi) che sperimentale (la scoperta del neutrino; la violazione della parità; le tre famiglie di leptoni) indicato a studenti del III anno. Parte del capitolo può essere lasciato per i corsi della LM.

La sezione più avanzata inizia con il Cap. 9 sulle collisioni  $e^+e^-$ , con la scoperta dei quark più pesanti e le verifiche di precisione delle interazioni elettromagnetiche e deboli al LEP. Il Cap. 10 parte dai limiti del modello statico a quark, per discutere delle interazioni profondamente inelastiche, del modello dinamico a quark negli adroni e delle interazioni adrone–adrone alle alte energie. Il formalismo matematico del Modello Standard del microcosmo (l'interazione elettrodebole, la QCD e il meccanismo di Higgs) sono l'argomento del Cap. 11. Vi è un'osservazione fondamentale che pone problemi al Modello Standard: il fatto che l'Universo sia formato da materia, praticamente senza antimateria. Ciò costituisce un'asimmetria particella–antiparticella di fondamentale importanza, descritta nel Cap. 12. Oltre alla violazione di CP nella interazione debole, viene descritta la situazione teorica e sperimentale dopo la recente scoperta del meccanismo di oscillazione dei neutrini. Nel Cap. 13 vengono discussi alcuni aspetti di fisica al di là del Modello Standard, aspetti della fisica senza acceleratori e dei raggi cosmici e infine le connessioni fra microfisica, astrofisica e cosmologia.

La più straordinaria dimostrazione dell'interconnessione tra microcosmo e macrocosmo, ovvero tra la fisica delle particelle, l'astrofisica e la cosmologia, è data dalla tabella periodica degli elementi. Per questo motivo, il libro si conclude con il Cap. 14, relativo agli aspetti fondamentali delle interazioni tra nucleoni e la fisica dei nuclei.

Apparentemente, nel libro non compaiono problemi: essi sono disponibili (con molte soluzioni svolte) nel sito web della casa editrice Springer relativo a questo libro.

Ringraziamo numerosi colleghi per la loro collaborazione e i loro suggerimenti, principalmente quando questo libro si presentava sotto forma di appunti per gli studenti. Ringraziamo Mariagrazia Fabbri e Paolo Giacomelli per la lettura e commenti della versione finale, e molti studenti per i suggerimenti e le domande che ci hanno permesso di impostare questo lavoro nel modo che speriamo sia utile per molti. Anche se abbiamo cercato di essere meticolosi, saremo grati a chi ci vorrà segnalare correzioni, migliorie o semplici osservazioni.

Bologna, febbraio 2009

*Sylvie Braibant  
Giorgio Giacomelli  
Maurizio Spurio*

## Prefazione alla II edizione

Questa seconda edizione, riveduta, corretta e ampliata, nasce a seguito della traduzione in inglese del libro (*Particles and Fundamental Interactions*, Springer, 978-94-007-2463-1) effettuata dagli stessi autori. Quest'operazione ha comportato una rilettura critica e accurata di ogni paragrafo (necessaria quando si vuole esprimere in altra lingua un concetto), ed ha permesso di includere alcune modifiche suggerite da colleghi e studenti che avevano avuto modo di leggere la prima edizione (talune già incluse nella ristampa alla I edizione). Alcune sezioni sono state ampiamente riviste e qualche nuova figura inserita. Infine, abbiamo aggiunto una sezione che si riferisce ai primi risultati di fisica ottenuti con il collisionatore LHC al CERN. Questa versione risulta così completamente allineata (rispetto ai contenuti e alla numerazione di figure, tabelle ed equazioni) alla versione inglese. Solo alcuni riferimenti a documenti in lingua italiana sono stati omessi nella versione in inglese. In questa prefazione, lasciateci dire che siamo felici che la versione inglese sia la traduzione di quella italiana, e non il viceversa. La fisica delle particelle italiana ha una tradizione gloriosa, e ha ottima reputazione, come dimostra il fatto (che non può essere occasionale) che contemporaneamente e per un lungo periodo i responsabili dei quattro principali esperimenti a LHC siano stati italiani.

La versione in inglese è in realtà un parto gemellare: insieme all'equivalente di questo libro è uscito anche *Particles and Fundamental Interactions: Supplements, Problems and Solutions*, Springer, 978-94-007-4134-8. Questo secondo testo contiene oltre 170 esercizi (tutti risolti) relativi ai 14 capitoli del presente libro. In aggiunta, compaiono un certo numero di Supplementi, che forniscono uno sguardo aggiuntivo ad alcuni argomenti specifici. Il testo degli esercizi è disponibile sulla piattaforma on-line Springer Extra Materials al link: <http://extra.springer.com/2012/978-94-007-2464-8>.

Bologna, maggio 2012

Sylvie Braibant  
Giorgio Giacomelli  
Maurizio Spurio



Particelle e interazioni fondamentali

Il mondo delle particelle

Braibant, S.; Giacomelli, G.; Spurio, M.

2012, XVI, 524 pagg., Softcover

ISBN: 978-88-470-2753-4