



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## INTRODUZIONE ALLA FISICA SUBNUCLEARE

**GIANLUCA LAMANNA**

Anno accademico 2022/23  
CdS FISICA  
Codice 250BB  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
INTRODUZIONE ALLA FISICA SUBNUCLEARE	FIS/01	LEZIONI	48	GIANLUCA LAMANNA

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

L'obiettivo del corso è introdurre i principali concetti della fisica subnucleare, attraverso lo studio delle tecniche sperimentali e la descrizione delle più importanti misure effettuate sia alle macchine acceleratrici che sulla radiazione cosmica. Verranno anche mostrate e discusse le linee di ricerca attuali e future.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Le conoscenze apprese verranno verificate tramite un colloquio orale basato sul commento critico di un articolo scientifico tra quelli che verranno messi a disposizione dal docente (o su proposta dello studente).

#### *Capacità*

Lo studente acquisirà gli strumenti per comprendere le problematiche della moderna fisica delle particelle attraverso lo studio delle misure passate e dei concetti fondamentali della disciplina.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante il colloquio orale si cercherà di comprendere quanto lo studente riesca a impiegare le nozioni apprese attraverso l'analisi di una misura importante per la fisica subnucleare. Durante l'anno verranno proposti semplici esercizi o quesiti per permettere agli studenti un'autovalutazione dei concetti appresi.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

E' consigliato (ma non obbligatorio) avere sostenuto (o almeno studiato): Fisica 2, Fisica 3, Laboratorio 2, Meccanica Quantistica.

#### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

##### CONCETTI FONDAMENTALI DELLA FISICA SUBNUCLEARE

Unità di misura naturali; richiami di meccanica relativistica; processi di scattering e variabili di Mandelstam; sezione d'urto e processi di scattering; larghezza di decadimento; probabilità di transizione nell'unità di tempo; concetto di particella elementare; l'antimateria. Scoperta delle particelle più importanti.

##### RIVELATORI DI PARTICELLE

Interazione delle particelle cariche e neutre con la materia; efficienza e risoluzione; principi di funzionamento dei principali rivelatori; misure di impulso e velocità; misure di energia; misure di tempo; identificazione del tipo di particella. Interazione tra i rivelatori in esperimenti complessi. Raccolta e selezione dei dati in sistemi di rivelazione di particelle.

##### NOZIONI DI FISICA DEGLI ACCELERATORI

Principi di fisica degli acceleratori: energia e luminosità; Acceleratori elettrostatici; Acceleratori lineari; dal Ciclotrone al Sincrotrone; confronto tra i principali acceleratori; elementi di ottica del fascio.

##### INTRODUZIONE AL MODELLO STANDARD

Il modello statico dei quarks; caratteristiche generali delle interazioni fondamentali; l'interazione elettromagnetica, l'interazione forte, interazione debole; le simmetrie discrete; il numero leptonico e barionico. La rottura spontanea della simmetria e il meccanismo di Higgs.

##### PRINCIPALI ESPERIMENTI E MISURE

Esempi di esperimenti e misure fondamentali per la fisica delle particelle (gli esperimenti trattati cambiano ogni anno, in base all'interesse degli studenti e al tempo a disposizione): la scoperta delle correnti neutre; la scoperta del W e della Z; la violazione di CP nei K e nei B e le flavour factories; la scoperta del quark top; la scoperta del bosone di Higgs; l'oscillazione dei neutrini; la rivelazione delle onde gravitazionali.

##### ESERCITAZIONI PRATICHE IN AULA

Il software di analisi ROOT: misure di fisica su dati reali; L'importanza delle simulazioni negli esperimenti di fisica delle alte energie: scrittura di un software Montecarlo; Osservazione di raggi cosmici utilizzando scintillatori plastici.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### PROBLEMI APERTI DELLA FISICA DELLE PARTICELLE

La materia oscura e l'energia oscura; WIMP e WISP; Il bosone di Higgs e la fisica oltre il modello standard; Il momento magnetico anomalo del muone; l'asimmetria tra materia e antimateria; la connessione tra l'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande; gli acceleratori del futuro: da FCC al muon collider; il futuro delle onde gravitazionali e l'astrofisica multimessenger.

#### Bibliografia e materiale didattico

- D. H. Perkins, *Introduction to High Energy Physics*, IV edizione, Cambridge University Press (2000)
- A. Bettini, *Introduction to elementary particle physics* (2008)
- Braibant, Giacomelli, Spurio, *Particelle e interazioni fondamentali* (2012)

#### Indicazioni per non frequentanti

contattare il docente

#### Modalità d'esame

Esame Orale: partendo dal commento di un articolo scientifico si discuterà dei vari temi trattati durante il corso.

#### Pagina web del corso

<https://elearning.df.unipi.it/course/view.php?id=223>

Ultimo aggiornamento 08/08/2022 17:46