



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## FISICA DELLE PARTICELLE

**MARCO STANISLAO SOZZI**

Anno accademico 2022/23  
CdS FISICA  
Codice 302BB  
CFU 9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA DELLE PARTICELLE	FIS/04	LEZIONI	54	PAOLO AZZURRI STEFANO BETTARINI MARCO STANISLAO SOZZI

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Il corso si propone di arrivare ad illustrare il Modello Standard delle particelle elementari attraverso lo studio fenomenologico e sperimentale delle loro interazioni elettromagnetiche, deboli, forti, e di offrire una panoramica generale delle conoscenze e delle problematiche nel campo. Partendo dall'analisi dei processi fondamentali, viene discussa la fenomenologia e la sua evoluzione, e saranno affrontate in dettaglio le previsioni per alcuni processi.

Viene discusso il percorso che ha portato all'unificazione elettrodebole, la predizione e la scoperta dei bosoni vettori intermedi W e Z e il bosone di Higgs.

Si affronta la fenomenologia della fisica del sapore e dei neutrini e le relative conseguenze.

Vengono affrontate le basi della teoria della Cromodinamica Quantistica e le sue verifiche sperimentali.

Nella parte finale del corso vengono discusse le problematiche aperte e la ricerca di Nuova Fisica, e introdotte alcune possibili estensioni del Modello Standard.

Alla fine del corso lo studente avrà una precisa conoscenza della fisica delle interazioni fondamentali, delle problematiche sperimentali e delle sue prospettive future.

Le lezioni potranno svolgersi in inglese in caso di richiesta unanime degli studenti.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

Esame orale sui contenuti del corso.

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Cinematica relativistica, fondamenti di teoria dei gruppi, elementi di fisica teorica quantistica relativistica, equazione di Dirac, caratteristiche generali delle particelle elementari. Elementi di interazione tra radiazione e materia, conoscenza dei principali rivelatori di particelle utilizzati nella fisica delle alte energie.

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Introduzione: interazioni fondamentali e loro simmetrie.
- Richiami sulla descrizione teorica delle interazioni, gruppi continui, rinormalizzazione.
- Fenomenologia e teoria delle interazioni elettromagnetiche: i principali processi in elettrodinamica quantistica e la valutazione esplicita delle previsioni per sezioni d'urto e distribuzioni angolari.
- Fenomenologia delle interazioni forti: isospin, struttura dei nucleoni, deep inelastic scattering, funzioni di struttura, gluoni, scaling, evoluzione della costante di accoppiamento, confinamento dei quark, processo Drell-Yan, limiti asintotici sulle sezioni d'urto
- Fenomenologia delle interazioni deboli: richiami sulla struttura V-A, flavour, meccanismo di GIM, matrice di Cabibbo-Kobayashi-Maskawa, violazione di CP nei mesoni carichi e neutri, momenti di dipolo elettrico
- Introduzione alla fisica dei neutrini: flavour, interazioni, masse, scattering, oscillazione, neutrini di Majorana
- Il Modello Standard: teorie di gauge, campi di Yang-Mills, unificazione elettrodebole, bosoni vettori, rottura spontanea di simmetria, meccanismo di Higgs, angolo di Weinberg, test del modello, decadimenti di W e Z, jets, fisica del top, fisica dell'Higgs
- Cromodinamica quantistica: PCAC, QCD e fattori di colore, rottura di simmetria chirale, violazione di CP forte e assioni
- Problemi aperti nella fisica fondamentale e limiti del Modello Standard: decadimento del protone, monopoli magnetici, dark matter
- Cenni a teorie ed esperimenti oltre il modello standard: GUT, SUSY



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Bibliografia e materiale didattico

Griffiths - Introduction to elementary particles - Wiley 2008  
Thomson - Modern Particle Physics - Cambridge University Press 2013  
Barr et al. - Particle physics in the LHC era - Oxford University Press 2016  
Altra bibliografia verrà indicata a lezione

### Modalità d'esame

Esame orale sui contenuti del corso.

*Ultimo aggiornamento 29/07/2022 10:36*