



INTRODUZIONE ALLA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

Anno immatricolazione	2020/2021
Anno offerta	2022/2023
Normativa	DM270
SSD	FIS/04 (FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI FISICA "ALESSANDRO VOLTA"
Corso di studio	FISICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Annualità Singola (26/09/2022 - 16/06/2023)
Crediti	9
Ore	72 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	ORALE
Docente	REBUZZI DANIELA MARCELLA (titolare) - 4.5 CFU PASQUINI BARBARA - 4.5 CFU
Prerequisiti	Conoscenza della fisica classica e nozioni di base della meccanica quantistica e della relatività ristretta.
Obiettivi formativi	<p>La prima parte del corso (36 ore, 4.5 CFU) fornisce le nozioni base della fisica dei nuclei con particolare attenzione alla definizione delle osservabili più importanti, alla metodologia della loro misura e agli esperimenti più significativi.</p> <p>Vengono analizzati i nuclei atomici e tramite lo studio delle loro proprietà, si delineano alcune caratteristiche dell'interazione nucleare forte che gli studenti approfondiranno in corsi dedicati.</p> <p>Le problematiche sono introdotte descrivendo la fenomenologia, l'approccio utilizzato nelle misure e viene data una descrizione quantitativa ogni volta che è possibile utilizzare semplici metodi di calcolo. Attraverso il corso viene evidenziata l'analogia della descrizione dei nuclei con altri sistemi a molti corpi e vengono messe in luce le</p>

tecnologie e le metodologie specifiche di questo settore. Vengono inoltre accennati gli argomenti di ricerca più attuali in questo settore. La seconda parte del corso (36 ore, 4.5 CFU) fornisce le nozioni di base della fisica subnucleare, mediante una trattazione fenomenologica e storica delle conoscenze e degli esperimenti che hanno portato a realizzare il Modello Standard delle particelle elementari. Vengono forniti elementi di base relativi ai metodi di rivelazione delle particelle e illustrate le simmetrie e le relative leggi di conservazione. Quindi vengono analizzate le interazioni fondamentali, partendo da quelle elettromagnetiche, utilizzate come modello per analizzare la forza forte e infine quella debole. Dopo cenni di teoria elettrodebole unificata e del meccanismo di Higgs, viene descritto il Modello Standard delle particelle elementari.

Al termine del corso lo studente avrà acquisito una conoscenza di base della fisica dei nuclei e della fisica delle particelle elementari, che servirà da supporto a coloro che intendono approfondire questa disciplina in corsi dedicati e che comunque fornirà una formazione introduttiva anche a coloro che si dedicheranno ad altre discipline. Lo studente sarà in grado di effettuare semplici calcoli di fenomeni e reazioni nucleari e di processi di interazione tra particelle elementari.

Programma e contenuti

Atomi e nuclei: proprietà degli atomi, esperimento di Thomson e rapporto carica/massa dell'elettrone, primi modelli atomici (Thomson), scattering di Rutherford, modello atomico di Rutherford, il nucleo atomico e i suoi componenti (protoni e neutroni).
Proprietà dei nuclei: dimensione, raggio, massa, energia di legame, stabilità, spin, parità, momenti elettromagnetici.
Interazione nucleare e potenziale nucleone-nucleone.
Modelli del nucleo: modello a goccia di liquido e formula semi-empirica per la massa, modello di Fermi, modello a shell nucleare.
Reazioni nucleari: generalità, sezione d'urto, processi di reazione, reazioni con formazione di nucleo composto, reazioni dirette.
Fissione: reazione con neutroni, fissione, fissione indotta da neutroni, fissione dell'uranio, reazioni a catena, reattori nucleari.
Fusione nucleare.
Radioattività: tempo di vita dei nuclei, probabilità e legge di decadimento, serie radioattive.
Decadimenti alfa, beta, gamma.
Cenni sulla struttura a quark dei barioni e mesoni.
Applicazioni del nucleare: metodo del ^{14}C per la datazione archeologica, medicina nucleare, applicazioni industriali e analitiche.

Struttura generale dello Standard Model: interazioni e particelle, unità naturali.
Particelle nello spazio-tempo, decadimenti e cinematica a due e a tre corpi, regola d'oro di Fermi. Spazio delle fasi di un decadimento, particelle instabili: vita media, distribuzione di Breit-Wigner, branching ratio. Scattering: bersaglio fisso e fasci collidenti.
Misure in fisica delle particelle. Camere a bolle e scoperta dell'antimateria. Tecnologie di rivelazione. Rivelatori a gas e a tracciamento. Simulazione di interazione radiazione-materia. Colliders,

rivelatori di particelle a collider.
 Simmetrie in MQ, classificazione delle simmetrie, traslazioni e rotazioni. Inversione, operatore parità. Parità intrinseca delle particelle elementari, C-parità, T-parità e teorema CPT.
 Equazione di Klein-Gordon. Equazione di Dirac, soluzioni dell'equazione di Dirac: particella libera. Elettrodinamica classica e relatività, trasformazioni di gauge classiche. Introduzione all'elettrodinamica quantistica, regole di Feynman per la QED.
 Approccio perturbativo, diagrammi di ordine successivo in QED. Interazione forti, carica di colore, simmetria di colore. Prove sperimentali dell'esistenza del colore. Cenni alla cromodinamica quantistica, regole di Feynman per la QCD. Jet e predizioni della QCD. Simmetria di flavour delle interazioni forti.
 Interazioni deboli, leggi di conservazione e simmetrie dell'interazione debole. Violazione di parità e chiralità dei neutrini. Teoria V-A, teoria elettrodebole di Salam-Weinberg. Diagrammi di Feynman per la teoria elettrodebole. Scoperta delle correnti deboli neutre e dei bosoni Z e W_{\pm} . Misure di precisione a LEP. Cenni al meccanismo di Higgs e alla scoperta del bosone di Higgs - Settore di Yukawa del MS: leptoni e quark.
 Cenni ai problemi aperti nel MS. Dark matter e dark energy.

Metodi didattici

Lezioni frontali, cercando di mantenere un elevato livello interattivo con gli studenti.
 Copia delle slide utilizzate durante le lezioni viene fornita agli studenti. Vengono altresì fornite dispense con note del docente per la parte di fisica nucleare.

Testi di riferimento

Dispense del docente per la parte di Fisica Nucleare.
 Per ulteriore consultazione si consiglia:
 Brian R. Martin, Graham Shaw, "Nuclear and particle Physics", Wiley & Sons, 3rd edition.
 Per la parte di Fisica Subnucleare:
 F. Terranova, "A Modern Primer in Particle and Nuclear Physics", Oxford University Press.
 M. Thomson, "Modern Particle Physics", Cambridge University Press.

Modalità verifica apprendimento

Colloquio orale.
 L'esame orale viene sempre condotto dai due docenti responsabili dell'insegnamento e ha una durata che varia tra circa 30 e circa 50 minuti. E' articolato su un numero prefissato di domande che vertono sul programma d'esame delle due parti dell'insegnamento (fisica nucleare e fisica subnucleare) e consente alla commissione di accertare l'acquisizione delle conoscenze relative agli argomenti del corso, con particolare attenzione alla capacità di ragionamento critico e all'impiego di un lessico appropriato.

Altre informazioni

Indirizzo email dei docenti:
 barbara.pasquini@unipv.it
 daniela.rebuzzi@unipv.it

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

[\\$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile](#)