

Corso di Laurea Magistrale in Fisica		Insegnamento / Course FISICA NUCLEARE/ NUCLEAR PHYSICS		
SSD: FIS/04	CFU/Credits: 8	Anno di corso: I	Lezione (ore): 60	Esercitazione (ore): 10
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base che gli permettono di comprendere le attuali tematiche della ricerca in fisica nucleare. Partendo dalle nozioni di base di fisica classica e di meccanica quantistica, il corso pone l'accento nel ricavare le relazioni/equazioni fisiche alla base dei principali studi nel campo. Questo approccio mira a promuovere una partecipazione attiva dello studente, valorizzando il bagaglio di conoscenze acquisite nei corsi di base, e stimolando al contempo l'autonomia di giudizio critico e le capacità di apprendimento.		Training objectives: The course aims at providing the students the basic knowledge allowing them to understand the current issues of research in nuclear physics. Starting from the basic notions of classical physics and quantum mechanics, the course focuses on deriving the physical relations / equations underlying the main studies in the field. This approach aims at promoting an active participation of the student, valuing the knowledge acquired in the basic courses, and at the same time stimulating autonomy of critical judgement and learning skills.		
Programma sintetico (sillabo): Concetti introduttivi: Leggi di conservazioni e simmetrie, spin, momento angolare e parità dei nuclei, addizione di momenti angolari. Momenti nucleari elettromagnetici: regole di selezione, momento di quadrupolo elettrico, momento di dipolo magnetico, fattori-g, sistematiche. Forza nucleone-nucleone: proprietà e studio del deutone, equazioni di Rarita e Schwinger; diffusione nucleone-nucleone, sezioni d'urto di singoletto e di tripletto, lunghezza di scattering, teoria del range effettivo e sistematiche, simmetrie del potenziale n-n e proprietà, modello della forza di scambio. Modelli nucleari: Modello a Shell, applicazioni del modello a particella singola, configurazioni di nucleoni di valenza: momento angolare totale, seniority e spin isotopico ridotto, spazio modello. Studi sperimentali di spettroscopia nucleare. Transizioni elettro-magnetiche. Modelli collettivi: Modello vibrazionale, fononi quadrupolari e ottupolari. Modello rotazionale: approssimazione adiabatica, bande rotazionali, momento di inerzia nucleare, momenti magnetici di stati nucleari collettivi. Modello (collettivo) unificato: stati di particella singola in un potenziale deformato, modello di Nilsson. Elementi di teoria della collisione: rappresentazione integrale dell'ampiezza di diffusione, sezioni efficaci e matrice T, approssimazione di Born e applicazioni. Funzioni di Green delle onde libere: equazione integrale della diffusione, sviluppo di Born, operatore di Green. Generalizzazione dell'approssimazione di Born e delle funzioni di Green. Modello ottico. Collisioni complesse. Reazioni indotte da ioni pesanti: generalità, classificazione a bassa energia ($E/A \leq 10$ MeV). Fusione completa, decadimento del nucleo composto: piano Yrast, modello statistico per l'evaporazione di particelle. Modello della goccia di liquido ruotante. Fissione del nucleo composto: teoria degli stati transizionali. Collisioni profondamente anelastiche. Cenni sullo studio dei nuclei esotici.				
Contents: Introductory concepts: conservation laws and symmetries. Spin, angular momentum and parity of nuclei. Addition of angular momenta. Nuclear electromagnetic moments: selection rules, electric quadrupole moment, magnetic dipole moment. g factors, systematics. The force between nucleons: deuteron properties and studies, Rarita and Schwinger equations. Nucleon-Nucleon scattering, scattering cross section in triplet and singlet states, scattering length, effective range theory and systematics, nucleon-nucleon potential symmetries and properties, exchange force model. Nuclear models: The Shell Model, applications of the Single-Particle model, configurations of loose nucleons: total spin J, seniority and reduced isotopic spin, model space. Experimental studies of nuclear spectroscopy. Electromagnetic transitions. Collective models: Vibrational model, quadrupole and octupole phonons. Rotational model: adiabatic approximation, rotational bands, nuclear moment of inertia, magnetic moments of nuclear collective states. Unified (collective) model: Single-particle states in deformed nuclei, Nilsson model. Elements of collision theory: Scattering amplitude integral representation, cross section and T matrix, Born approximation and applications. Free wave Green function: scattering integral equation, Born series, Green operator. Generalization of the Born approximation and of the Green functions. Optical model. Complex collisions. Heavy ion induced reactions: basic concepts, classifications at low energy ($E/A \leq 10$ MeV). Complete fusion: compound nucleus decay: Yrast plane. statistical model for particle evaporation. Rotating liquid drop model and finite range correction. Compound nucleus fission: transitional states theory. Deep inelastic collisions. Notes on the study of exotic nuclei.				
Esami propedeutici / Propaedeutic exams: - Elementi di Fisica Nucleare e Subnucleare/ Elements of Nuclear and Subnuclear Physics				

Prerequisiti / Prerequisites: - Conoscenza degli elementi di base di fisica nucleare: proprietà del nucleo atomico, decadimenti radioattivi, caratterizzazione delle tipologie di reazioni nucleari, leggi di conservazione, principali osservabili nucleari e tecniche sperimentali di misura, generalità sui modelli della struttura nucleare. Conoscenza di elementi di base di meccanica quantistica. /Knowledge of the basic elements of nuclear physics: properties of the atomic nucleus, radioactive decays, characterization of the types of nuclear reactions, conservation laws, main nuclear observables and experimental measurement techniques, general information on nuclear structure models. Knowledge of basic elements of quantum mechanics.

Finalità e modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale, consistente nella discussione degli argomenti sviluppati nel corso, e nella verifica della capacità di approfondire i contenuti di fisica e gli aspetti sperimentali e teorici che sono alla base dello studio della struttura dei nuclei e dei meccanismi di reazione a bassa energia.

Il corso può essere erogato in lingua inglese in presenza di studenti stranieri (es. Erasmus) / The course can be given in English in presence of foreign students (e.g. Erasmus)