

Fisica Nucleare in Condizioni Estreme (G. Colò, S. Leoni)

Il corso ha carattere in parte teorico-fenomenologico ed in parte sperimentale.

L'obiettivo principale del corso è quello di completare la formazione degli studenti interessati alla struttura ed alle reazioni nucleari, fornendo conoscenze sulle tecniche e sui sistemi fisici di maggiore interesse per la ricerca attuale, ovvero i nuclei "esotici" (con valori inusuali di rapporto fra protoni e neutroni), i nuclei con elevata deformazione, o con elevata temperatura e momento angolare.

I temi verranno trattati ponendo particolare attenzione agli aspetti di interesse anche per applicazioni in altri domini, quali l'astrofisica o la fisica delle particelle. In questo senso, il corso è auto-consistente e può essere seguito da allievi di diversi indirizzi.

Il corso è suddiviso in 3 moduli di circa 14 ore l'uno, secondo il seguente schema:

A. Fenomenologia dei nuclei in condizioni estreme:

- Nuclei ricchi di protoni e di neutroni e limiti della stabilità nucleare ("drip lines"). Masse e distribuzioni di densità di nuclei instabili. Sistemi con "alone". Limite "ideale" di materia puramente neutronica e cenni alle stelle di neutroni.
- Stati eccitati e modi di decadimento di nuclei "esotici" e loro peculiarità. Stati isomerici. Stati vibrazionali e risonanze giganti.
- Ruolo dei nuclei esotici in processi astrofisici: evoluzione stellare, nucleosintesi.
- Nuclei ad elevata temperatura ("caldi") ed elevato momento angolare: reazioni fra ioni pesanti, decadimenti di nuclei fortemente eccitati, stati collettivi vibrazionali e rotazionali, fenomeni di smorzamento.

B. Tecniche sperimentali avanzate in fisica nucleare

- Apparatrici sperimentali avanzate per la rivelazione della radiazione ionizzante (radiazione γ e particelle). Rivelatori a stato solido convenzionali e di ultima generazione (basati su tecniche di "tracking" ed analisi della forma del segnale elettronico)
- Apparatrici a multi-rivelatori di Ge. Rivelatori composti per misure di energia e molteplicità. Rivelatori ancillari di vario genere.
- Produzione ed accelerazione di fasci radioattivi. Identificazione dei prodotti di reazione. Misure delle proprietà spettroscopiche.

C. Struttura e reazioni di nuclei in condizioni estreme

- Modelli di struttura nucleare per sistemi "esotici". Richiami alla teoria di Hartree-Fock ed all'interazione di "pairing". Equazioni di Hartree-Fock-Bogoliubov. Teoria di risposta lineare.
- Modelli di reazioni nucleari. Richiami di teoria dello "scattering". Reazioni dirette: elastiche ed inelastiche. Reazioni di "break-up".
- Processi di interazione debole dal punto di vista della fisica nucleare: decadimenti beta e reazioni che coinvolgono neutrini.