

## Corso di Laurea in Fisica

AA 2006-2007

### Istituzioni di Fisica Nucleare e Subnucleare I A

Titolare: Prof. Giovanni Batignani

#### Programma.

Numero totale di ore di lezione (L): 24  
Numero totale di ore di esercitazioni (E): 8

**Prerequisiti** Meccanica ed elettromagnetismo classici, analisi matematica in più variabili, relatività ristretta, chimica, elementi di ottica.

**Obiettivi del corso:** Proprietà dei nuclei e delle loro interazioni. Tecniche sperimentali e formalismi di base per lo studio della fisica nucleare e subnucleare. L'utilità della fisica nucleare e subnucleare per lo studio delle leggi fondamentali della fisica e per l'acquisizione di nuove tecnologie.

#### Testo di riferimento:

K.S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", John Wiley & Sons, New York.

#### Modalità di svolgimento dell'esame:

Prova orale.

#### Programma

**Il formalismo base dei processi di urto e di decadimento.** Processi di urto. Definizione di sezione d'urto. Lunghezza di attenuazione. Sezione d'urto totale e differenziale. Gradi di libertà di una reazione. Decadimenti. Q valore. Legge del decadimento radioattivo. Costante di decadimento, vita media e tempo di dimezzamento. Larghezze parziali e rapporti di decadimento. Larghezze di riga. Reazioni di risonanza, formula di Breit-Wigner. Cinematica dei processi a due corpi nello stato finale. Trasformazioni delle grandezze cinematiche e delle loro funzioni di distribuzione dal centro di massa al laboratorio.

**La descrizione dei nuclei atomici.** La materia sub-atomica: elettrone, nucleo, protone, neutrone. Il fotone. I nuclei: definizione di Z, A, N; isotopi, isotoni, isobari; nuclei stabili ed instabili. Misure delle masse dei nuclei. Energia di legame. Formule semiempiriche di massa, modello a goccia. Dimensioni dei nuclei: distribuzione della materia nucleare e l'esperimento di Rutherford, distribuzione della carica nucleare tramite lo scattering di e- di alta energia e lo shift coulombiano in nuclei speculari. Il deutone e le misure della sua energia di legame. Scattering nucleone-nucleone; sezione d'urto p-n a basse energie. Proprietà della forza fra due nucleoni, il mesone  $\pi$  e la sua scoperta. Modello del nucleo a shell.

**La radioattività e le interazioni fra nuclei atomici.** Classificazione dei decadimenti nucleari in:  $\alpha$ ,  $\beta$  ( $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ,  $\epsilon$ ),  $\gamma$ , internal conversion, fissione spontanea ed emissione di nucleoni. Energie

tipiche dei prodotti di decadimento. Radioattività naturale e le famiglie radioattive naturali. Attività di una sorgente. Radioattività artificiale: la produzione di un isotopo radioattivo. Equilibrio secolare nella produzione e nei decadimenti dei nuclei radioattivi. Interpretazione dei decadimenti  $\alpha$  e  $\gamma$ . Il decadimento  $\beta$ , spettro in energia degli elettroni emessi, costanti di decadimento tipiche. La scoperta del neutrino, esperimenti con “massa mancante”. La scoperta della violazione della parità’.

Reazioni di fissione e di fusione. Il numero barionico e la sua conservazione. Bilanci energetici ed effetti della barriera coulombiana. Processi di fusione nucleare nel sole: ciclo protone-protone e ciclo CNO; i neutrini solari.

**Le tecniche sperimentali ed alcune applicazioni.** Il ciclotrone e il sincrotrone. Acceleratori lineari e collider. Luminosità’. Radiazione in un ciclotrone ed in un acceleratore lineare, potenza dissipata. Applicazioni della radiazione di sincrotrone. Applicazione degli acceleratori alla datazione di reperti antichi. Datazione tramite  $^{14}\text{C}$ . Interazione di particelle cariche con la materia, perdita di energia per ionizzazione. Cenni ai rivelatori di particelle cariche. Interazione di fotoni con la materia: effetti fotoelettrico e Compton. Misure di energia dei fotoni. L’effetto Cherenkov. Misure di vite medie nucleari: vite medie corte o lunghissime. .

**Evidenza di una fisica subnucleare.** La scoperta dell’antimateria: il positrone e l’antiprotone. I quark: composizione dei nucleoni, dei mesoni  $\pi$  ed interpretazione qualitativa del decadimento  $\beta$ . La scoperta di un “elettrone pesante”: il muone. Cenno ai raggi cosmici.