

**Programma del corso di  
ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE  
Prof.ssa Rita Bernabei  
(A.A. 2013/2014)**

Cenni storici. La radioattività naturale. Esperimenti di diffusione. Sezioni d'urto. Coefficiente di assorbimento, lunghezza di attenuazione e cammino libero medio. Sezione d'urto totale, elastica, inclusiva ed esclusiva. Luminosità e sezione d'urto per esperimenti con fasci incrociati. Sezioni d'urto differenziali. I modelli atomici e l'esperimento di Rutherford. La sezione d'urto di Rutherford. Il protone e le trasmutazioni nucleari. La scoperta del neutrone. Proprietà generali dei nuclei. Nuclei isotopi, isotoni, isobari. Dimensioni di atomi, nuclei e particelle. Fattori di forma. La dimensione e la forma dei nuclei. Raggio nucleare. Masse dei nuclei. Lo spettrometro di massa; spettrometro tipo Bainbridge. Parità dei nuclei. Momenti Magnetici dei Nucleoni. Il formalismo dello spin isotopico. Energia di legame per nucleone. Formula di Weizsacker. Abbondanza dei Nuclidi. Stabilità. Decadimenti radioattivi. Legge del decadimento radioattivo. Rapporto di diramazione. Il decadimento  $\alpha$ ; cinematica del decadimento  $\alpha$  e cenni alla teoria di Gamow. Il decadimento  $\beta$  e violazione della parità nelle interazioni deboli: l'esperimento di Wu. La cattura elettronica. L'emissione  $\gamma$ . La conversione interna. L'isomerismo. Gli equilibri radioattivi. Le famiglie radioattive. Cinematica relativistica: principio di relatività; quadrivettori e trasformazioni di Lorentz; composizione delle velocità: il quadrivettore energia-impulso; massa invariante; sistemi del laboratorio e del centro di massa; energia di soglia di una reazione; trasformazione degli angoli; decadimento in due corpi. Elementi sulle reazioni nucleari. Bilancio energetico: Q della reazione. Misura di sezione d'urto. Reazioni a stato finale multiplo. Diffusione elastica. Reazioni senza proiettile (decadimento). Modelli nucleari a Interazione Forte e a Particelle Indipendenti. Potenziali nucleari. Modello a goccia. Modello a gas di Fermi. Numeri magici. Modello a Shell. Nuclei doppiamente magici. La fissione e la fusione nucleare. Interazione radiazione - materia: diminuzione di intensità e perdita di energia. Interazione delle particelle cariche con la materia: Perdita di energia per ionizzazione, perdita di energia per irraggiamento (Bremsstrahlung). Il range. Il fenomeno dello scattering multiplo. Il fenomeno dello Straggling energetico. Effetto Čerenkov. Interazione della radiazione elettromagnetica: Diffusione Compton, Effetto fotoelettrico, Produzione di coppie. Coefficiente di attenuazione lineare e massico. Cammino libero medio. Strato emivalente e decivalente. Interazione dei neutroni con la materia. Energia perduta dai neutroni nell'urto elastico. Elementi sui rivelatori per la fisica nucleare e subnucleare: caratteristiche generali, emulsioni, rivelatori a gas, rivelatori Čerenkov, scintillatori, rivelatori a semiconduttore. Criteri di scelta di un rivelatore. Cenni ad elementi della Fisica delle Particelle: spin isotopico, stranezza, Ipercarica, G-parità, Parità, Inversione del Tempo, Coniugazione di Carica, il teorema CPT, Nascita del modello a quarks. I quark. Caratteristiche delle particelle. Leptoni, mesoni, barioni. Carica di colore. Cenno al modello standard delle particelle e alle teorie di grande unificazione. (da qui in poi la parte facoltativa:) Cenni agli acceleratori di particelle: Finalità e caratteristiche; Elementi fondamentali; Primi sviluppi degli acceleratori; L'acceleratore di Cockroft e Walton; L'acceleratore Van de Graaff; gli Acceleratori lineari (LINAC), il Ciclotrone; il Sincrotrone; gli Anelli di accumulazione.

**Bibliografia:**

B. Povh, K. Rith, C. Scholz e F. Zetsche,  
Particelle e Nuclei, (Bollati Boringhieri, 1998)  
K.S. Krane, Introductory Nuclear Physics (John Wiley, 1988)  
B.R. Martin, Nuclear and Particle Physics (John Wiley, 2006)  
E. Segrè, Nuclei e particelle (Zanichelli, 1982)  
D. H. Perkins, Introduction to high energy physics (Cambridge Univ. Press, 2000)  
R.W. Leo, Techniques for nuclear and particle physics experiments (Springer-Verlag, 1987)