

Lezioni di Fisica Nucleare e Subnucleare (F. Bastianelli e G. Bonsignori)

Parte I (F. Bastianelli)

Introduzione, potenze di 10, unità di misura naturali ed analisi dimensionale.

Breve cronologia e sintesi del modello standard delle particelle elementari.

Un primo sguardo al modello standard, modi di classificazione delle particelle elementari (stabilità, spin, carica).

Visualizzazione delle interazioni fondamentali e diagrammi di Feynman, principio di indeterminazione, particelle reali e virtuali. Range caratteristico delle forze e particelle mediatrici.

Relatività ristretta: trasformazioni di Lorentz e conseguenze, spazio-tempo di Minkowski.

Relatività ristretta: formalismo tensoriale, meccanica relativistica.

Meccanica relativistica e variabili (s,t,u) di Mandelstam.

Esercizi: campo elettromagnetico e trasformazioni di Lorentz.

Equazione di Schroedinger ed equazioni d'onda relativistiche.

Equazioni d'onda relativistiche di spin 0, 1/2, ed 1.

Equazioni d'onda relativistiche, particelle ed antiparticelle, propagatori e diagrammi di Feynman.

Diagrammi di Feynman per QED e QCD.

Teoria dei gruppi, rappresentazioni (equivalenti, irriducibili, unitarie). Vettori con indici puntati e non, tensori.

Alcune rappresentazioni irriducibili per U(1), SO(N) ed SU(N). Tensori invarianti. Relazione tra SO(3) e SU(2).

Rappresentazioni di SU(2) e lo spin. Algebra di Lie di U(1), SU(2), SO(3).

Parte II (G. Bonsignori)

Legge decadimento radiattivo. Tempo di dimezzamento, vita media e loro misura (tempo di volo, conteggi).

Decadimento alfa, beta e gamma. Leggi dello spostamento. Schemi di decadimento.

Attività e sua misura. Fluttuazioni statistiche.

Produzione di radionuclidi, analisi per attivazione.
Esempio dell'esplosione di una supernova.

Medicina nucleare, PET (cenni). Datazione rocce.

Datazione C14.

Modello a goccia del nucleo. Formula semi-empirica di massa.

Tabella di Segrè. Drip lines.

Dimensioni dei nuclei, scattering Rutherford.

Diffrazione ottica e diffrazione nella meccanica ondulatoria.

Sezioni d'urto e stima delle dimensioni dei nuclei.

Regola aurea di Fermi. Sezioni d'urto e fattori di forma.

Fattori di forma dei nuclei sferici, sistematica dei raggi nucleari.

Modello a shell, numeri magici.

Modello a shell, campo medio ed interazione residua.
Seminario sui laboratori nazionali di Legnaro.

Interazione spin-orbita. Funzione d'onda di modello a shell.

Parte III (F. Bastianelli)

Simmetrie e leggi di conservazione. Teorema di Noether.

Simmetria $U(1)$ e conservazione numero fermionico.
Simmetrie esatte e simmetrie approssimate.

Interazione elettromagnetica e la QED. Simmetria di gauge.

Simmetria di gauge $U(1)$ della QED, derivata covariante, diagrammi di Feynman, esempio di alcuni processi di scattering elettromagnetici.

Raggi cosmici, risonanze adroniche, formula di Breit-Wigner, isospin forte e modello statico a quark (quark up e down).

$SU(3)$ di sapore, ottetto e singoletto mesonici, decupletto ed ottetto barionici. Modello statico a quark.

Necessità del numero quantico di colore, rapporto R , cenni di QCD.

QCD, diagrammi di Feynman, costante d'accoppiamento "running", confinamento. Forze nucleari deboli e teoria di Fermi.

Forze deboli, particelle W e Z . Angolo di Cabibbo, matrice CKM, oscillazioni dei neutrini. Violazione della parità e struttura chirale dei fermioni nel modello standard. La particella di Higgs.