

Laurea Specialistica in Scienze Fisiche
a.a.2004-2005
Particelle Elementari I
Titolare: Prof.Vincenzo Cavasinni

Programma

Introduzione

Fisica atomica, nucleare e subnucleare. Introduzione al concetto di leptoni, adroni, quark.. Unità di misura naturali. Collisioni, sezioni d'urto, luminosità e rate di interazione. Pioni e muoni. Le quattro forze fondamentali e intensità relativa. Esempi di sezioni d'urto adroniche. Vita media di una particella, rate di decadimento, distribuzione Breit-Wigner. Cinematica relativistica e spazio delle fasi.

Rivelatori di particelle

Descrizione delle caratteristiche generali di un esperimento di fisica delle alte energie. Misure in campo magnetico e risoluzione in impulso. Caratteristiche dei calorimetri elettromagnetici. Calorimetri adronici.

Perdita

di energia per ionizzazione e sue fluttuazioni, formula di Bethe-Bloch. Rivelatori di tracce a gas. Misura dei muoni, scattering multiplo e suoi effetti sulla risoluzione in impulso

Identificazione delle particelle: rivelatori Cherenkov e a radiazione di transizione.

Simmetrie e leggi di conservazione

Isospin forte e sue applicazioni. Parità spaziale, parità intrinseca e parità relativa. Determinazioni sperimentali. Conservazione della parità: verifiche sperimentali. Coniugazione di carica. Coniugazione di carica nei sistemi particella antiparticella, il positronio. Inversione temporale: bilancio dettagliato, dipolo elettrico delle particelle: limiti sperimentali.. Teorema CPT.

Modello a quark statico e SU(3)

Modello a quark statico: singoletti, ottetti e decupletti. CP degli stati quark-antiquark, simmetria SU(3).

Le

matrici di Gell-Mann. Rappresentazioni fondamentali 3 e $\bar{3}$. Il quarkonio e i suoi stati. Massa delle particelle e

spin dei quark: esempi con mesoni e barioni. Livelli energetici del positronio e relazione a quelli del quarkonio.

Interazioni elettromagnetiche

Richiami sulle equazioni di Dirac. Spinori di Dirac. Regole di Feynman per i diagrammi QED. I principali

processi QED a ordine albero. Il processo $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Regola d'oro per lo scattering. Sezioni d'urto Moeller, Bhabha, annichilazione in due fotoni con l'uso degli invarianti, s, t, u. Cenni su polarizzazione del vuoto e running coupling constant.

La struttura degli adroni e il modello a quark-partoni

Scattering Mott e struttura interna del protone. Formula di Rosenbluth e fattori di forma elettrico e magnetico del

protone. Risultati sperimentali. Scattering inelastico elettrone-protone e funzioni di struttura W_1 W_2 . Confronto

tra previsioni teoriche e risultati sperimentali. Evidenza dinamica dei costituenti degli adroni. Scaling di Bjorken

e relazione di Callan-Gross. Il modello a partoni.. Funzioni di distribuzione dei costituenti. Regole di somma e

necessità dei gluoni e delle coppie quark-antiquark virtuali. Quark di valenza e di mare. Il rapporto R e la carica

dei quark. L'annichilazione $q\bar{q} \rightarrow l^+l^-$, processo Drell-Yan e fenomeno dello scaling. Risultati sperimentali.

Interazioni deboli

Evidenza sperimentale delle interazioni deboli; i doppietti leptonici. La stranezza S e le interazioni deboli degli adroni $DS=0,1$. Teoria di Fermi del decadimento beta. Plot di Kurie. Neutrini sinistrorsi, proiettori di elicità'. Regole di Feynman per le ampiezze deboli cariche. Il decadimento inverso del muone : sezione d'urto totale e differenziale. Teoria di Cabibbo sulle correnti deboli adroniche. Calcolo del decadimento del mesone ρ e soppressione per elicità'. Matrice di Cabibbo, Kobayashi, Maskawa. Scattering inelastico di neutrino e scaling di Bjorken. Regole di somma per le funzioni di struttura F_2, F_3 di neutrino. Correnti deboli neutre e angolo di Weinberg. Annichilazione $e^+e^- \rightarrow Z \rightarrow$ fermione antifermione. Asimmetria avanti/indietro. Larghezze parziali di W e Z.

Le interazioni forti

I primi dati ISR sulla produzione a grande p_T . Partoni e quark, il colore e le sue giustificazioni sperimentali. Adroni come singoletti di colore. La simmetria $SU(3)$ di colore e elementi di QCD. Descrizione qualitativa della libertà asintotica. Esempi di algebra del colore: coefficienti di colore nel caso di ottetto e singoletto. Le sezioni d'urto elementari QCD ordine α_s . Definizioni sperimentali di jet. Misura di distribuzione inclusiva dei jet e paragone con le predizioni QCD. Cinematica dell'interazione partone-partone e distribuzioni angolari: spin del gluone. Evoluzione con Q^2 delle funzioni di struttura. Produzione di fotoni diretti. Paragone con i risultati sperimentali.

Unificazione elettrodebole e meccanismo di Higgs

Fermioni chirali, ipercarica debole, coefficienti di accoppiamento vettoriali e assiali e angolo di Weinberg. Il meccanismo di Higgs.

Libri consigliati per consultazione:

D. Perkins, "Introduction to High energy Physics" (Cambridge Un. Press) 1999;
W.S.C. Williams, "Nuclear and Particle Physics" (Oxford Science Pub);
D. Griffiths, "Introduction to elementary particles" (Harper & Row Pub) 1987;
I.J.R. Aitchinson, "Gauge theory in particle physics" (Institute of physics) 2003;
T. Ferbel, "Experimental techniques in High Energy Physics" (WorldScientific);
R.K Ellis et al "QCD and Collider physics" (Cambridge Un. Press) 1996
A Seiden, "Particle physics a comprehensive introduction" (Addison Wesley) 2004.