

QCD STRUCTURE OF THE NUCLEON

Franco Bradamante

LEZIONE I

Effetti di spin in fisica adronica. Esempi: A_{nn} in $pp \rightarrow pp$, A_n in produzione di pioni in pp , polarizzazione di Λ inclusive in pp .

Particelle elementari come particelle di Dirac. Approccio statico (momenti magnetici) e approccio dinamico (scattering elastico e FF's, DIS e PDF's).

Il $(g-2)$ dell'elettrone e del muone. Il termine di Schwinger. Misura dell'anomalia $(g-2)/2$ del muone. Esperimento del CERN.

LEZIONE II

Misura dell'anomalia $(g-2)/2$ del muone nell'esperimento di Brookhaven. Discussione dei risultati.

Scattering di particelle di Dirac. Sezione d'urto per $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Distribuzione angolare e presenza della Z_0 .

Momenti magnetici dei nucleoni. Interpretazione dei momenti magnetici dei nucleoni nel modello "pion cloud". Valutazione del contributo pionico ai momenti magnetici anomali.

LEZIONE III

I momenti magnetici dei nucleoni nel modello statico dei quark. Massa dei quark di valenza. Stima della polarizzazione dei quark u e d nel modello statico dei quark.

Confronto tra modello statico e modello dinamico: contributo dei quark del mare e dei gluoni.

Diffusione elastica elettrone-nucleo e elettrone-nucleone. Fattori di forma nel caso senza spin. Esempi. Sezione d'urto di Mott e sezione d'urto di Dirac. Termine di rinculo, termine elettrico e termine magnetico.

LEZIONE IV

Misure dei fattori di forma (FF) dei nucleoni. Il CEBAF a JLAB, in Virginia. Descrizione di uno spettrometro ad alta risoluzione al CEBAF. Fenomenologia dei FF del nucleone. Piccoli Q^2 : estrazione di $\langle r^2 \rangle$. Grandi Q^2 : l'andamento dipolare.

Interpretazione dei fattori di forma. Il puzzle $\langle r^2 \rangle \sim 0$ per il neutrone. L'ipotesi della esistenza dei mesoni vettoriali. Decomposizione della corrente e.m. in autostati di spin isotopico. La Dominanza dei Mesoni Vettoriali (VMD). Scoperta delle risonanze ρ , ω , ϕ , e loro implicazioni nella teoria dell'interazione N-N.

LEZIONE V

Diffusione elastica e inelastica. La diffusione profondamente inelastica. Le funzioni di struttura F_1 ed F_2 . Espressione di F_2 nel modello a quark. Fenomenologia di F_2 ed estrazione delle densità partoniche $q(x)$ e $G(x)$. Diffusione profondamente inelastica con leptoni e nucleoni polarizzati. Le funzioni di struttura polarizzate g_1 e g_2 , e modo per misurare. Espressione delle asimmetrie nel caso longitudinale e relazione con $\sigma_{1/2}$ e $\sigma_{3/2}$. Fenomenologia di g_1 e di g_2 . Espressione di g_1 nel modello a partoni.

LEZIONE VI

g_1 nel modello a quark. Definizione della distribuzione di elicità Δq . Relazione tra corrente assiale e elicità. Costanti F e D dei decadimenti dei barioni dell'ottetto di SU(3). Misura di g_1 e Γ_1 a SLAC e da parte di EMC. Estrazione di Σ e Δs . La crisi dello spin.

LEZIONE VII

Ruolo di ΔG in Σ . L'anomalia assiale. Funzione d'onda del nucleone in SU(6). Derivazione di Δq . Espressione per A_1 e g_1 . Regola di somma di Bjorken. Regola di somma di Ellis-Jaffe.

Progresso nell'indagine sperimentale: EMC → SMC → SLAC → HERMES → COMPASS. Misura di ΔG in COMPASS.

LEZIONE VIII

Cenni storici sul laboratorio BNL. Focalizzazione forte in strutture a funzioni separate e a funzioni combinate. Il progetto pp polarizzati a RHIC. Il contributo degli esperimenti al RHIC alla misura di ΔG : produzione inclusiva di "prompt photon", di π^0 , e di jets.

Risultati preliminari e confronto con i risultati degli esperimenti di SIDIS.

Decomposizione in sapore delle distribuzioni partoniche di elicità dallo studio delle asimmetrie nella produzione di adroni negli esperimenti di SIDIS.

Primi risultati di SMC. Il metodo di Frankfurt delle "asimmetrie delle differenze". I risultati di COMPASS e la stima delle distribuzioni dell'elicità del mare.

LEZIONE IX

Introduzione al formalismo dello spin trasverso. La densità $\Delta_{Tq}(x)$. Relazione tra $\Delta q(x)$ e $\Delta_{Tq}(x)$, la trasformazione di Melosh. Proprietà di Δ_{Tq} . La carica tensoriale. La regola di somma di Leader. La disuguaglianza di Soffer.

La congettura di Collins. La frammentazione della stringa nel modello 3P_0 . L'angolo di Collins.

La congettura di Sivers: la distribuzione di Sivers.

LEZIONE X

Espressione per l'asimmetria misurata. Importanza dei termini f_{p_T} , precisione delle misure con ${}^6\text{LiD}$ e NH_3 , e confronto con HERMES. Dati raccolti nel 2002-2004 da COMPASS e HERMES: distribuzioni in x , W , p_T , Q^2 .

Estrazione delle modulazioni azimutali dai dati. Le 8 modulazioni possibili al LO e al NLO. Correlazioni indotte da una accettazione non uniforme in ϕ_h e ϕ_s . Stimatori usati.

Il metodo del Double-Ratio. Possibili migliorie.

LEZIONE XI

Misure di asimmetrie di Collins sul protone (HERMES) e sul deutone (COMPASS). Errori statistici ed errori sistematici. Significato fisico delle misure. Misure di correlazioni azimutali degli adroni in $e^+e^- \rightarrow$ adroni a BELLE. Estrazione della funzione di Collins, per frammentazione favorita e sfavorita. Distribuzione di trasversità per i quark u e d nella regione di valenza. Analisi globale di Anselmino et al.

LEZIONE XII

Misure di asimmetria di Sivers su protone (HERMES) e deutone (COMPASS). Errori statistici e sistematici. Analisi semplice nella regione di valenza per stimare la funzione di distribuzione di Sivers per i quark u e d . Lavoro di Brodsky e Gardner per la funzione di Sivers del gluone.

Misura di trasversità a COMPASS con bersaglio di NH_3 . Proiezioni per gli errori statistici. Significatività della misura.