

Programma delle lezioni al dottorato su “Studio della struttura del nucleone con esperimenti di scattering”, maggio 1996

Giulio D’Agostini

Dalla scoperta della natura non puntiforme del protone al Quark Parton Model

Da Frank-Hertz a Hofstadter agli esperimenti di SLAC. Sonde e potere risolutivo. Diffrazione su nuclei visti come “dischi neri”. Urti elastici e quasi elastici. Formule di Rutherford, di Mott, di Mott su “protone elementare”, di Rosebluth su protone puntiforme di momento magnetico anomalo e di Rosebluth su nucleone con struttura. Fattori di forma F_1 e F_2 e interpretazione non relativistica. Misura del raggio quadratico medio del protone. SLAC: acceleratore e rivelatori. Fattori di forma G_E e G_M e universalità di $G(Q^2)$. Sistema di riferimento di Breit. Formalismo dello scattering anelastico. Dipendenza delle sezioni d’urto di scattering elastico, anelastico con produzione di risonanze e quasi elastico su costituente al variare di Q^2 : esempi di scattering su nuclei. Definizione delle variabili s , q^2 , Q^2 , ν , W^2 , x e y . Funzioni di struttura W_1 e W_2 . Sezioni d’urto σ_T e σ_L . Relazioni formali di W_1 e W_2 in termini di G_E e G_M e limite per urto su fermione puntiforme carico. Funzioni di struttura F_1 e F_2 . Discussione qualitativa dei risultati di SLAC sugli esperimenti di DIS. Osservazione dello “scaling”. Scaling di Bjorken e relazione di Callan-Gross. Quark Parton Model. Interpretazione nel sistema di riferimento di “momento infinito” e in quello di Breit. Spin dei costituenti carichi del protone e sezioni d’urto σ_L e σ_T .

Studio sistematico delle funzioni di struttura

F_2^{ep} e F_2^{en} nel QPM e confronto con le sezioni d’urto. Sezioni d’urto differenziali in termini di (E', θ) , di (x, Q^2) e di (x, y) . Violazione dello scaling e possibili interpretazioni. Interazioni neutrino quarks e stati di elicità. Fasci di neutrini. Topologia degli eventi. Funzione di struttura W_3 e F_3 . Confronto di sezioni d’urto di neutrino e di elettrone (o μ) su nucleoni. Bersagli isoscalari. Evidenza del contributo degli antiquark nel protone alla sezione

d'urto. Regola di somma di Gross-Llewelyn-Smith e numero di quark di valenza. Estrazione di $x F_3$, F_L , \bar{q}^p , F_1 e F_2 . Frazione di impulso trasportata dai quarks e evidenza indiretta dei gluoni. Regole di somma di Gottfried e di Adler. Accenni alle analisi di QCD e all'estrazione delle densità partoniche e di α_s . Fattorizzazione e altri processi di interesse per lo studio delle densità partoniche: processo di Drell-Yan, produzione W , Z^0 , jets, quark pesanti e fotoni "prompt" in collisioni adroniche, fotoproduzione. Parametrizzazione delle densità partoniche e PDFLIB.

Temi attuali e prospettive future

HERA: parametri e motivazioni di fisica. Topologia degli eventi e regione accessibile per eventi di DIS. Importanza degli eventi ad alto Q^2 . Interessi "pratici" e teorici delle funzioni di struttura a bassi x . Ricostruzione delle variabili di DIS: x , y e Q^2 . Misura di F_2 . Crescita di F_2 a bassi x .

Parte di programma non svolta (rispetto al 1995): Metodi di estrazione della densità gluonica. Interesse dello studio degli stati finali. Eventi di corrente carica. Fotoproduzione su bersaglio fisso e ad HERA: variabili cinematiche e vantaggi di HERA. Comportamenti adronici del fotone in eventi di altissima energia. Andamento della sezione d'urto totale e implicazione per eventi di raggi cosmici. Separazione diretta e indiretta delle diverse componenti del fotone: flussi di energia adronica in eventi di fotoproduzione, produzione di mesoni vettori, spettri inclusivi di momento trasverso, etc. Sezione d'urto di jets in fotoproduzione. Collisioni $\gamma\text{-}\gamma$ in e^+e^- e struttura elettromagnetica e adronica del fotone. F_2^γ . Evidenza topologica delle componenti diretta/risolta del fotone. Eventi con "large rapidity gap": diffrazione in DIS. Fattorizzazione della sezione d'urto e funzione di struttura del pomerone.

References

- [1] R.E. Taylor, *Rev. Mod. Phys.* **63**(1991) 573.
- [2] H.W. Kendall, *Rev. Mod. Phys.* **63**(1991) 597.
- [3] J.I. Friedman, *Rev. Mod. Phys.* **63**(1991) 615.
- [4] F. Halzen and A.D. Martin, "*Quarks and Leptons*", 1984.

- [5] F.E. Close, “*An introduction to quarks and partons*”, 1979.
- [6] M. Diemoz, F. Ferroni and E. Longo, *Phys. Rep.* **130**(1986)293.
- [7] R.G. Roberts, “*The structure of the proton*”,
- [8] XIXth SLAC Summer School on Lepton-Hadron Scattering, 1991.
- [9] F. Sciulli, *Summary of the Eilat Workshop*, Proceedings of the Workshop on “Deep Inelastic Scattering and related topics”, Eilat, February 1994, DESY-94-147.
- [10] G. Wolf, *HERA Physics*, Lectures given at the 42nd Scottish Universities Summer School in Physics, 1993, DESY-94-022.
- [11] G. D’Agostini, *Hard Scattering Processes in High Energy γ -Induced Interactions*, Proc. of the XIV International Conference on Physics in Collisions, Tallahassee, Florida, June 1994, DESY-94-169.