

**Laurea Specialistica in Scienze Fisiche**  
**Cromodinamica Quantistica**  
**A.A. 2007-2008**  
**Titolare: Prof.E. Meggiolaro**

II semestre, 3 CFU (circa 24-30 ore)

**Programma.**

Finalita` del corso:

Scopo del corso e` quello di fornire una "rapida" (circa 24-30 ore) introduzione ai principali metodi di indagine, sia perturbativi che non-perturbativi, nella teoria quantistica di campo delle interazioni forti, la cosiddetta "Cromodinamica Quantistica".

Prerequisiti/Propedeutica:

E` preferibile (anche se non strettamente necessario) avere una conoscenza di base della meccanica quantistica relativistica e del formalismo canonico della teoria quantistica dei campi (seconda quantizzazione, espansione perturbativa, diagrammi di Feynman, etc.).

Programma di massima:

A. FONDAMENTI:

Il modello a quark e il grado di liberta` del "colore".

Il concetto di invarianza di gauge: l'elettrodinamica come teoria di gauge

Abeliana e le teorie di gauge non Abeliane di Yang Mills.

La QCD (Cromo-Dinamica Quantistica) come teoria di gauge non Abeliana con simmetria di colore SU(3).

B. METODI PERTURBATIVI IN QCD:

La quantizzazione delle teorie di gauge nel formalismo degli integrali funzionali di Feynman. Il metodo dei "ghosts" di Fadeev-Popov.

Le regole di Feynman della QCD (nella gauge covariante).

Matrice S e funzioni di Green: le "formule di riduzione" di Lehmann, Symanzik e Zimmermann (LSZ).

La simmetria di Becchi-Rouet-Stora (BRS) e le identita` di Slavnov-Taylor.

Schemi di regolarizzazione. La regolarizzazione dimensionale.

Schemi di rinormalizzazione. La rinormalizzazione (a 1 loop) della QCD.

Il gruppo di rinormalizzazione e l'equazione di 'tHooft-Weinberg.

Soluzione delle equazioni del gruppo di rinormalizzazione.

La "funzione beta" e la "liberta` asintotica" della QCD.

La sezione d'urto totale di annichilazione  $e^+e^-$  e la determinazione della costante di accoppiamento forte.

La "Operator Product Expansion" (OPE) e sua applicazione nello studio del "Deep Inelastic Scattering" (DIS).

C. METODI NON-PERTURBATIVI IN QCD:

Le simmetrie chirali dell'interazione forte. La rottura spontanea della simmetria chirale SU(3) x SU(3) (Teorema di Goldstone). Il problema U(1).

Le "Lagrangiane Chirali Efficaci".

Il limite di grande numero N di colori (espansione 1/N).

La soluzione degli "istantoni" e loro contributo all'integrale funzionale.

La formulazione su reticolo delle teorie di gauge.

Il problema del "confinamento". La QCD a temperatura finita.

Bibliografia consigliata:

1) T. Muta, "Foundations of Quantum Chromodynamics".

2) T.-P. Cheng e L.-F. Li, "Gauge Theory of Elementary Particle Physics".

3) A. Smilga, "Lectures on Quantum Chromodynamics".

4) Y.M. Makeenko, "Non-perturbative Methods in Gauge Theory".

5) M.E. Peskin e D.V. Schroeder, "An Introduction to Quantum Field Theory".

6) S. Weinberg, "The Quantum Theory of Fields, Volume II: Modern Applications".

(Durante il corso verranno inoltre fornite di volta in volta, per ogni argomento, le referenze bibliografiche dei lavori originali piu` rilevanti apparsi in letteratura.)

Modalita` dell'esame:

L'esame consistera` in un seminario su un argomento concordato con lo studente.