

Corso di Laurea Magistrale in Fisica		Insegnamento / Course		
TEORIA QUANTISTICA DEI CAMPI / QUANTUM FIELD THEORY				
SSD: FIS/02	CFU/Credits: 8	Anno di corso: I	Lezione (ore): 64	Esercitazione (ore):
Obiettivi formativi: <p>Il corso, partendo dall'analisi delle difficoltà interpretative delle soluzioni delle equazioni d'onda relativistiche, fornisce allo studente tutti gli strumenti per passare dalla prima alla seconda quantizzazione, fino allo studio della elettrodinamica quantistica (QED) e dei processi elementari in QED. Vengono considerate le correzioni radiative ad un loop in QED e rinormalizzate la teoria $\lambda \phi^4$ e la QED, considerati rudimenti delle equazioni del gruppo di rinormalizzazione. Lo studente viene introdotto alla quantizzazione ed allo studio delle simmetrie delle teorie di campo con il metodo del Path Integral.</p>			Training objectives: <p>The course, starting from the analysis of the interpretative difficulties of the solutions of relativistic wave equations, provides the student with all the theoretical tools to arrive to the <i>second quantization</i>, until to the study of Quantum Electrodynamics (QED) and the elementary processes in QED. The radiative corrections to one-loop in QED are considered as well as in the $\lambda \phi^4$ theory. Both theories are renormalized ad one-loop. It will be studied the main elements of the renormalization group. Moreover, the student is introduced to the quantization and study of field theory symmetries with the Path Integral method.</p>	

Programma sintetico (sillabo):

- 1) Equazioni d'onda relativistiche : L'equazione di Klein-Gordon e quella di Dirac
- 2) Elementi di teoria classica dei campi; Il campo di Klein-Gordon come Oscillatori Armonici; Quantizzazione; il propagatore del campo di Klein-Gordon.
- 3) L'equazione di Dirac; Quantizzazione del campo di Dirac; simmetrie continue e discrete; il Propagatore
- 4) Teorie in interazione: La teoria delle Perturbazioni, Espansione perturbativa e funzioni di correlazione, Teorema di Wick, Diagrammi e regole di Feynman, Matrice S e sezione d'urto
- 5) Quantizzazione del campo elettromagnetico (QED): Quantizzazione nella gauge di Coulomb, quantizzazione a la Gupta-Bleuler, il propagatore del campo elettromagnetico
- 6) Processi elementari in QED: $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$, $e^+ e^- \rightarrow e^+ e^-$, urto Compton.
- 7) Correzioni Radiative in QED: grafici divergenti ad un loop, regolarizzazione dei grafici divergenti; rinormalizzazione dei campi, della carica e della massa. Identità di Ward-Takahashi.
- 8) Rinormalizzazione della QED e della teoria $\lambda \phi^4$
- 9) Path Integral: Quantizzazione dei campi scalari spinoriali e del campo elettromagnetico, simmetrie nel formalismo funzionale
- 10) Rottura Spontanea della Simmetria: Il modello di Goldstone, Teorema di Goldstone, Meccanismo di Higgs nell'elettrodinamica scalare, cenni alle Teorie di Gauge non-abeliane ed al Meccanismo di Higgs in Teorie di Gauge non abeliane.

Contents:

- 1) Relativistic wave equations: Klein-Gordon and Dirac equations
- 2) Elements of classical field theory; Klein-Gordon field as Harmonic Oscillators; KG field in space-time; quantization of KG field; the propagator of KG field.
- 3) The Dirac Equation; quantization of the Dirac Field; continuous and discrete Symmetries of Dirac Field. The propagator of Dirac field.
- 4) Interacting fields: Perturbation theory, Perturbation expansion and the correlations functions, Wick's Theorem, Feynman diagrams; S-matrix and cross section
- 5) Quantizing Electromagnetic field: quantization in the Coulomb Gauge, Gupta-Bleuler quantization; The propagator of the e.m. field.
- 6) Elementary processes in QED: $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$, $e^+ e^- \rightarrow e^+ e^-$, Compton scattering.
- 7) Radiative Corrections in QED: divergent Feynman graph, regularization of divergent graphs; renormalization of the fields, mass and electric charge. Ward-Takahashi identity
- 8) Renormalization of QED and $\lambda \phi^4$
- 9) Functional Methods: Functional quantization of scalar, electromagnetic and spinor field; Symmetries in the functional formalism.
- 10) Spontaneous Symmetry Breaking: The Goldstone model, Goldstone's Theorem, The Higgs Mechanism, The Higgs Mechanism in the scalar electrodynamics, brief introduction to the non-abelian gauge theories and the Higgs Mechanism in these theories

Reference: M.E. Peskin and D.V. Schroeder, "An Introduction To Quantum Field Theory", 1995, Westview Press.

Esami propedeutici / Propaedeutic exams: Meccanica Quantistica, Elettrodinamica Classica

Prerequisiti / Prerequisites: -

Finalità e modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale

Il corso può essere erogato in lingua inglese in presenza di studenti stranieri (es. Erasmus) / The course can be given in English in presence of foreign students (e.g. Erasmus)