

<b>Corso di Laurea Magistrale in Fisica</b>		<b>Insegnamento / Course</b> <b>FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI/PARTICLE PHYSICS</b>		
<b>SSD: FIS/01-FIS/04</b>	<b>CFU/Credits: 8</b>	<b>Anno di corso: I</b>	<b>Lezione (ore): 52</b>	<b>Esercitazione (ore): 12</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso costruisce il quadro del Modello Standard delle interazioni fra i costituenti fondamentali della materia (quarks e leptoni) a partire dalla QED fino al meccanismo di Higgs; e mette in grado gli studenti di calcolare la probabilità di processi di diffusione e decadimento all'ordine perturbativo più basso. I principali risultati sperimentali sono descritti e presentati anche in relazione al ruolo svolto nello sviluppo del quadro attuale delle conoscenze.		<b>Training objectives:</b> The course teaches the framework of the Standard Model of the interactions between the fundamental constituents of matter (quarks and leptons) starting from QED and ending with the Higgs mechanism, enabling students to calculate diffusion and decay probabilities at the lowest order in perturbation theory. The main experimental results are described and presented pointing out the role they have played in the development of the Standard Model ideas.		

**Programma sintetico (sillabo):**

- 1) Richiami di cinematica relativistica e tecniche per il calcolo di sezioni d'urto e larghezze di decadimento
- 2) Richiami di Meccanica Quantistica Relativistica ed equazioni di Klein-Gordon e Dirac. Fattore giromagnetico. Chiralità ed elicità. Simmetrie discrete C,P,T.
- 3) Elettrodinamica Quantistica. Campi, particelle e mediatori. Propagatori. Diagrammi di Feynman. Calcolo di sezioni d'urto a livello albero.
- 4) Fenomenologia degli adroni leggeri: spin, parità, isospin, stranezza, momenti magnetici. Il modello SU(3) flavor e il modello statico a quark. Scoperta del quark charm e dei quark pesanti. Sezione d'urto e+e- in adroni.
- 5) Elementi di cromodinamica quantistica: fenomenologia di jets e gluoni. Il principio di gauge e le teorie di gauge non abeliane. Derivata covariante. Universalità. L'ottetto gluonico e la lagrangiana di QCD. Fattori di colore. Il running di alfa e di alfa\_s a confronto. Libertà asintotica.
- 6) Interazione debole: decadimento beta e neutrini. Teoria di Fermi. Scoperta della violazione di parità e teoria V-A. Elicità del neutrino. Soppressione di elicità. Universalità e ipotesi di Cabibbo. Correnti neutre e meccanismo GIM. La matrice CKM.
- 7) Mixing debole e violazione di CP: scoperta della violazione di CP nel sistema dei mesoni K. Violazione di CP e matrice CKM. Mixing e oscillazione dei neutrini e matrice PMNS.
- 8) Unificazione elettrodebole: modello di Glashow-Weinberg e Salam. Angolo di Weinberg. Unificazione elettrodebole. Verifiche sperimentali del modello elettrodebole.
- 9) Il bosone di Higgs: problema delle masse e rottura spontanea della simmetria. Masse dei bosoni di gauge. Masse dei fermioni e accoppiamenti di Yukawa. Il problema della massa dei neutrini.
- 10) Diffusione elettrone protone. Diffusione elastica, anelastica e profondamente anelastica. Fattori di forma e funzioni di struttura. Modello a partoni.

**Contents**

- 1) Review of relativistic kinematics and techniques for the calculation of cross sections and decay widths.
- 2) Review of Relativistic Quantum Mechanics and Klein-Gordon and Dirac equations. Gyromagnetic factor. Chirality and helicity. Discrete symmetries C, P, T.
- 3) Quantum Electrodynamics. Fields, particles and mediators. Propagators. Feynman diagrams. Calculation of cross sections at tree level.
- 4) Phenomenology of light hadrons: spin, parity, isospin, strangeness, magnetic moments. The SU (3) flavor model and the static quark model. Discovery of charm quarks and heavy quarks. Cross section e+ e- -> hadrons.
- 5) Elements of quantum chromodynamics: phenomenology of jets and gluons. The gauge principle and non-Abelian gauge theories. Covariant derivative. Universality. The gluonic octet and the lagrangian of QCD. Color factors. The running of alpha and alpha\_s in comparison. Asymptotic freedom.
- 6) Weak interaction: beta decay and neutrinos. Fermi theory. Discovery of parity violation and V-A theory. helicity of the neutrino. Helicity suppression. Universality and Cabibbo hypothesis. Neutral currents and GIM mechanism. The CKM matrix.
- 7) Weak mixing and CP violation: discovery of CP violation in the K meson system. CP violation and CKM matrix. Mixing and oscillation of neutrinos and PMNS matrix.
- 8) Electroweak unification: Glashow-Weinberg and Salam model. Weinberg angle. Electroweak unification. Experimental tests of the electroweak model.
- 9) The Higgs boson: the mass problem and spontaneous symmetry breaking. Masses of gauge bosons. Fermion masses and Yukawa couplings. The neutrino mass problem.
- 10) Electron proton diffusion. Elastic, inelastic and deeply inelastic diffusion. Form factors and structure functions. Parton model.

**Esami propedeutici / Propaedeutic exams: -**

**Prerequisiti / Prerequisites: -Meccanica quantistica, Relatività ristretta, Elementi di Fisica Nucleare e Subnucleare/Basic Quantum Mechanics, Special Relativity, Basic Elements of Nuclear and Subnuclear physics**

**Finalità e modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto e orale – Written and oral exam

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)