Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1 -

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome	LUCIO
Cognome	CERRITO

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano	FISICA DELLE PARTICELLE
Inglese	PARTICLE PHYSICS

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.	2025/2026
	○ L ◉ LM ○ LM CU
CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8067392 (ENG) - 8065515 (ITA)
Canale	UNICO
CFU	6
Lingua	ENG

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome	
Cognome	

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano	
Inglese	

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso e' volto a fornire allo studente delle solide basi di fisica delle particelle elementari partendo dalle osservazioni sperimentali e con particolare attenzione ai temi di ricerca più attuali. Una trattazione semplificata dei grafici di Feynman dà allo studente lo strumento per svolgere semplici calcoli di sezioni d ' 'urto e di decadimenti. Vengono presentati i meccanismi di produzione e di decadimento delle particelle W, Z, Higgs e le conseguenze sperimentali. Il fenomeno delle oscillazioni e della violazione della simmetria CP in vari tipi di particelle è trattato quantitativamente. Si affronta inoltre il fenomeno dell ' 'oscillazione dei neutrini. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Al termine del corso lo studente deve avere una comprensione della struttura formale dell'elettrodinamica e della cromodinamica quantistica, della teoria elettrodebole e le relative problematiche sperimentali. Deve conoscere la formulazione delle regole di Feynmann per il calcolo di sezioni d'urto e decadimenti al leading order. Deve inoltre avere una conoscenza di base circa il ruolo e dell'importanza dei test di precisione del Modello Standard, delle oscillazioni di neutrini e delle misure di violazione di CP.
Inglese	LEARNING OUTCOMES: The course aims at giving the student a solid understanding of the physics of elementary particles, starting from the experimental observations and with an emphasis on the most recent research themes. A simplified treatment of Feynmann diagrams gives the student the possibility of performing simple calculations of cross sections and decays. The mechanisms of production and decay of the W, Z, Higgs particles are presented alongside the experimental consequences. The phenomenon of oscillations and CP symmetry violation in various particles is described quantitatively. Furthermore, the phenomenon of neutrino oscillations is discussed in some detail. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: The student will acquire a comprehension of the formal structure of quantum electrodynamics and chromodynamics, of the electroweak theory and the related experimental measurements. He will have a knowledge of the Feynmann rules required to perform calculations of cross sections and decays at leading order. The student will acquire the basic knowledge related to the role and importance of precision tests of the Standard Model, of the neutrino oscillations and the measurements of CP violation.

Prerequisiti

Italiano	Meccanica Quantistica, Elementi di Fisica Nucleare e Subnucleare
Inglese	Quantum Mechanics, Introductory Particle and Nuclear Physics

Programma

Italiano	Introduzione, particelle e forze, diagrammi di Feynman. Variabili di Mandelstam, regola d'oro di Fermi, spazio delle fasi Lorentz-invariante, decadimenti a due corpi, sezione d'urto; (6 ore). Equazione di Klein-Gordon, equazione di Dirac, densità di probabilità e covarianza, soluzioni dell'equazioni di Dirac per un elettrone a riposo. Soluzioni generali dell'equazione di Dirac, Antiparticelle e loro spinori, normalizzazione della funzione d'onda, Spin, Elicità. Interazione tramite scambio di particella, elemento di matrice 2->2 time-ordered, Diagrammi di Feynman, esempi ed algebra di matrici (6 ore). Operatore di Parità, raggio delle forze, potenziale di Yukawa, Elemento di matrice QED per lo scattering elettrone-tau, Regole di Feynman per la QED. QED come teoria perturbativa, Somme di spin nel processo e+e- in mu+mu-, la sezione d'urto del processo e+e- in mu+mu- e la sua forma Lorentz-invariante, esempi di applicazione delle regole di Feynman. Operatore di Chiralità, Coniugazione di carica (4 ore). Scattering inelastico e-p ad alto Q2 (DIS), scaling di Bjorken e relazione di
Inglese	Introduction, particles and forces. Mandelstam variables, Fermi's golden rule, Lorentz invariant phase space, two-body decays, cross section (6 hours). Klein-Gordon equation, Dirac equation, probability density and covariance. Solutions to the Dirac equation for an electron at rest. General solutions of the Dirac Equation, Antiparticles and its spinor, normalisation of the wavefunction. Spin and Helicity. Interaction by particle exchange, time-ordered 2->2 matrix element, Feynman diagrams, examples and algebra of matrices (6 hours). Parity operator, Range of forces, Yukawa potential, QED matrix element for electron-tau scattering, Feynman rules for QED. QED as a perturbative theory, Spin sums in e+e- to mu+mu- annihilation, the e+e- to mu+mu- cross section and its Lorentz-invariant form, examples of application of the Feynman rules. Chirality Operator, Charge Conjugation (4 hours). Electron-proton elastic scattering: Rutherford, Mott, Rosenbluth formulae, Form factors. Electron-proton inelastic scattering at high-Q2 (DIS), Bjorken scaling and

Modalità di valutazione

- [x] Prova scritta
- [x] Prova orale
- [ ] Valutazione in itinere
- [ ] Valutazione di progetto
- [ ] Valutazione di tirocinio
- [ ] Prova pratica
- [ ] Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano	La valutazione dello studente/studentessa prevede un esame scritto della durata di 2 ore comprensivo di due parti (A,B). La Parte A consiste di 10 domande su argomenti che coprono tutto il programma e che riguardano le conoscenze di base attese al termine del corso. Il punteggio massimo per la Parte A e' 20 trentesimi. La Parte B consiste nello svolgimento di 2 esercizi o dimostrazioni suddivisi a loro volta in vari elementi. La lode e' assegnata per un punteggio complessivo tra la Parte A e Parte B superiore a 30 trentesimi. Lo scritto viene discusso con lo studente a seguito della correzione e la valutazione finale dell'esame viene finalizzata con la discussione dell'elaborato. Diversi esempi degli esami di anni passati vengono forniti agli studenti tra il materiale del corso. La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli
Inglese	The student evaluation is based on a written test of 2 hours duration which includes two parts (A,B). Part A consists of 10 questions on topics from the entire course programme and that test the basic knowledge expected to be acquired. The maximum grade for Part A is 20. Part B consists of 2 exercises or analytical demonstrations, which are split in several elements. The maximum grade for Part B is 13. The mention "cum laude" is awarded for a total score between Part A and Part B exceeding 30. The written test is discussed with the student following the marking of the test and the final grade is finalised in the oral discussion of the written test. Several exam paper examples from past exams are given to the students with the course materials. The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: imajor deficencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics;

Testi adottati

Italiano	M. Thomson, "Modern Particle Physics" (testo principale).
Inglese	M. Thomson, "Modern Particle Physics" (main textbook).

Bibliografia di riferimento

Italiano	Dispense in formato pdf disponibili sul sito didatticaweb Si suggerisce inoltre: Perkins "Introduction to High Energy Physics", F. Halzen & A. Martin: "Quarks and Leptons";
Inglese	Slides in electronic form will be made available on the teaching website didatticaweb Suggested additional reading: Perkins "Introduction to High Energy Physics", F. Halzen & A. Martin: "Quarks and Leptons";

Modalità di svolgimento

☒ Modalità in presenza
☒ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano	Lezioni frontali, esercitazioni in classe ed a casa, seminari
Inglese	Frontal teaching, in classroom and at-home exercises, seminars

Modalità di frequenza

◉ Frequenza facoltativa
○ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano	La frequenza delle lezioni e' fortemente consigliata
Inglese	Attendance to lectures is strongly encouraged