



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## FISICA TEORICA 1

**MASSIMO D'ELIA**

Anno accademico **2023/24**  
CdS **FISICA**  
Codice **213BB**  
CFU **9**

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA TEORICA 1	FIS/02	LEZIONI	54	MASSIMO D'ELIA ALESSANDRO VICHI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso è un'introduzione alle teorie di campo quantistiche, che sono usate per descrivere le interazioni fondamentali in fisica delle particelle e sistemi a molti corpi in materia condensata. In particolare, il corso si occupa della costruzione di teorie di campo relativisticamente invarianti, della costruzione di operatori di campo nello spazio di Fock, delle soluzioni dell'equazione di Dirac e di altre equazioni relativistiche, del calcolo delle ampiezze di transizione in teoria delle perturbazioni.

Il corso è pensato principalmente per fornire gli strumenti che permettono di ottenere informazioni quantitative per processi della fisica delle alte energie, come sezioni d'urto e rate di decadimento, all'ordine più basso nella teoria delle perturbazioni, usando la tecnica dei diagrammi di Feynman e a partire da una generica teoria di campo effettiva.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Gli studenti dovranno essere in grado di portare a termine il calcolo di osservabili fisiche a partire dai principi primi delle teorie quantistiche dei campi, e dovranno avere padronanza con i principi fondamentali alla base di quest'ultime.

#### *Capacità*

Capacità nel calcolare il valore delle osservabili fisiche nelle teorie di campo quantistiche

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Esercitazioni pratiche in classe

#### *Comportamenti*

Students will acquire the ability to compute observable physical quantities from the first principles of a Quantum Field Theory

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

This will be checked during exercise classes and in the final exam

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Quantum Mechanics, Special Relativity, Classical Mechanics

#### *Corequisiti*

NA

#### *Prerequisiti per studi successivi*

Theoretical Physics II and other advanced courses dealing with various aspects of Quantum Field Theory

#### *Indicazioni metodologiche*

Delivery: face to face lectures and exercise classes

Learning activities:



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- attending lectures
- participation in discussions
- individual study
- group work

Attendance: Advised

Teaching methods:

- Lectures and exercise classes.

Use of e-learning and Teams for course material or occasional online meetings.

Teachers available for clarifications (face-to-face, email or online meetings)

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Concepts of classical field theory, hamiltonian and lagrangian formulation, symmetries and conserved quantities, Noether theorem.

Relativistic invariant field theories. Representations of the Poincare group. Relativistic wave equations for spin 0, 1/2 and 1 particles. Unitary representations of the Poincare group on one particle states.

Second quantization, identical particles, Fock space. Locality, particles and antiparticles, connection between spin and statistics.

Field operators, wave functions, solutions of the Dirac equation, scalar fields, massless and massive vector fields, spinor fields, covariant bilinears, Weyl spinors, discrete symmetries.

Spinor electrodynamics, fields and lagrangian, gauge transformations and gauge invariance, minimal coupling.

S matrix, computation of the transition amplitudes in perturbation theory, derivation of the decay widths and of the cross sections in particles processes. Feynman propagator, Wick theorem, Feynman diagrams.

### Bibliografia e materiale didattico

- M. Maggiore, *A Modern Introduction to Quantum Field Theory*, Oxford University Press, (New York, 2005).
- M.E. Peskin and D.V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Westview Press (Boulder, 1995).
- F. Mandl and G. Shaw, *Quantum Field Theory*, John Wiley & Sons (New York, 1984).
  
- C. Itzykson and J-B. Zuber, *Quantum Field Theory*, McGraw-Hill (Singapore, 1980).

### Modalità d'esame

Esame finale sia scritto che orale. Nell'esame scritto gli studenti dovranno risolvere uno o più problemi articolati in varie domande e dimostrare la loro abilità nel maneggiare le teorie quantistiche di campo che descrivono i processi fondamentali, ed i metodi computazionali per arrivare a calcolare le ampiezze di transizione. L'esame orale sarà di complemento a quello scritto, verificando le conoscenze generali sugli argomenti del corso.

### Stage e tirocini

NA

### Pagina web del corso

<https://elearning.df.unipi.it/course/view.php?id=261>

Ultimo aggiornamento 13/09/2023 00:30