



PROPOSTA DI CORSO INTERNO per l'A.A. 2025-2026

TIPOLOGIA DI CORSO: CORSO SPECIALISTICO (destinatari: allievi/e III, IV, V e VI anno)

Ambito: Scienze e Tecnologie (Classe delle Scienze Sperimentali)

Cognome e nome proponente/coordinatore	SSD e Dipartimento di afferenza	Indirizzo email	Recapito telefonico
Bonanno Alfio	INAF Osservatorio Astrofisico di Catania	alfio.bonanno@inaf.it	+39 3293075876

Titolo del Corso in Italiano: **Introduzione ai Metodi funzionali e Teorie di Gauge**

Titolo del Corso in Inglese: **Introduction to Functional Methods and Gauge Theories**

SETTORE/I SCIENTIFICO-DISCIPLINARE/I DI RIFERIMENTO DEL CORSO: FIS/02

STRUTTURA DEL CORSO

Durata: 36 ore oltre verifica finale apprendimento

Numero di CFU (Crediti Formativi Universitari) del Corso unitario: 6 (6 ore per CFU)

Corso suddiviso in moduli formativi: Sì

Modulo: 1
Titolo: Quantization of Gauge Theories within the canonical approach (A. Bonanno)
Durata in ore: 18
SSD: FIS/02
Testi consigliati: P. Ramond, Field Theory: a modern primer, Frontiere in Physics, Westview press, Perseus Books Group (1997). A. Zee, Quantum Field Theory in a Nutshell, Princeton University Press, (2010). A. Smilga, Lectures on Quantum Chromodynamics, World Scientific (2001). P. A. M. Dirac, Canadian Journal of Mathematics 2, 129 (1950); ibid. 3, 1 (1951). J. L. Anderson and P. G. Bergmann, Physical Review 83, 1018 (1951). P. A. M. Dirac, Lectures on Quantum Mechanics, Yeshiva University, New York (1964). A. Hanson, T. Regge and C. Teitelboim, Constrained Hamiltonian Systems, B. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma (1976) K. Sundermeyer, Constrained Dynamics, Springer-Verlag, Berlin (1982). J. Barcelos-Neto, A. Das and W. Scherer, Acta Physica Polonica B18, 269 (1987)
Calendario di massima: Dicembre-Marzo
Docente: Alfio Bonanno
Cittadinanza:
Istituzione di afferenza: INAF Catania Astrophysical Observatory

Ruolo: Ric II Livello
E-mail: alfio.bonanno@inaf.it
Tel. Cellulare: +39 3290375876
Link a pagina web istituzionale:
Breve Bio: 15.06.2024 oggi Mercator Fellow, Leibnitz Institute fur Astrophysik (AIP Potsdam) Germany 1.2015 - 21.01.2026 Full Pro. Hab. MIUR 2006 2024 Adjunct Professor Catania U. 01.08.2017 2024 Senior Researcher INAF 1.09.1999 31.08.2017 Ricercatore Astronomo INAF 11.1996 04.1998 CNR Fellow CNR 11.1995 11.1996 Postdoctoral Fellow Louis Pasteur U. Strasbourg 07.1993 07.1995 Research Assistant U of Alberta

Modulo: 2
Titolo: Path Integral Quantization and Gauge Theories
Durata in ore: 18
SSD: FIS/02
Testi consigliati: Zinn-Justin, QFT and Critical Phenomena, OUP Matthew D. Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model, CUP
Calendario di massima: Febbraio-Aprile
Docente: Zappala' Dario
Cittadinanza:
Istituzione di afferenza: INFN - Sezione di Catania
Ruolo: Ricercatore II livello
E-mail: dario.zappala@ct.infn.it
Tel. Cellulare: 3381363651
Link a pagina web istituzionale:
Breve Bio: Dario Zappalà, ha conseguito il PhD in Fisica nel 1992 e successivamente ha ricoperto il ruolo di Postdoc presso la University of California Los Angeles USA (UCLA). Dal 1999 lavora presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare–Sezione di Catania ed attualmente è Primo Ricercatore presso tale sede. A partire dal 2000 ha tenuto due insegnamenti, 'Elementi di fisica delle particelle' e 'Fasi quantistiche della materia', per la durata di un triennio per ciascun insegnamento, per il corso di Laurea Magistrale in Fisica dell'Università di Catania, in qualità di Professore a Contratto. E' stato supervisor di una decina di tesi di laurea – vecchio ordinamento o laurea magistrale- e fa parte del Collegio del Dottorato di Ricerca in Fisica dell'Università di Catania. Si è occupato di ricerca in vari settori della fisica teorica delle alte energie, toccando sia aspetti della fenomenologia quale lo studio di materia a quark ad alta densità in stelle compatte, che argomenti di taglio più formale, quale lo studio di teorie quantistiche di campo non-commutative. Attualmente è focalizzato sullo studio di applicazioni del Gruppo di Rinormalizzazione in Teoria dei Campi ed in Gravità. E' autore di circa ottanta pubblicazioni su Riviste Scientifiche Internazionali peer-reviewed

Struttura del Corso

Lingua/e dell'insegnamento: Inglese

Eventuali prerequisiti degli/le allievi/e frequentanti: Quantum Mechanics

Obiettivi formativi: The course will provide a general introduction to the physics of functional integral and gauge theories, starting from essential notions and covering various aspects of the subject, ranging from the main properties of quantum electrodynamics to the more complex Yang-Mills theories. The general aim is to provide the students with the fundamental theoretical elements necessary to achieve a basic understanding of, at least, some of the many contexts where gauge theories play a central role, such as the electroweak and/or strong interactions, or even the gravitational interactions.

Contenuti del Corso Part I : Reminder about Lorentz and Translational Invariance in Field Theory The canonical energy-momentum and angular momentum densities The canonical momentum and angular momentum Angular momentum in a relativistic theory Lorentz transformation properties of the gauge field $A_\mu(x)$ and its consequences Quantization of a gauge theory Problems in the quantization procedure in Gauge Theories Gauge invariance vs. gauge independence The Dirac method for constrained systems Dirac method and Dirac bracket First class vs second class constraints Particle moving on a sphere Relativistic particle Dirac Field Theory Maxwell Field Theory Part II: Path Integral quantization; Yang-Mills theories quantization, gauge fixing and Faddeev-Popov ghosts; Quantum electrodynamics (QED) and Ward identities, Renormalization of QED; Yang-Mills BRST symmetry and Slavnov-Taylor identities; Beta function, Landau pole of QED, asymptotic freedom of Yang- Mills theory

Metodologia didattica: The teaching consists of frontal lectures, which contain a part of exercise.

Modalità della verifica finale di apprendimento: The final exam consists of an oral scrutiny with questions covering the whole subject treated in the lectures.

Calendario programmato: II Semestre (da marzo/aprile a settembre 2026)