

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI TEORIA CLASSICA DEI CAMPI.

(CLASSICAL FIELD THEORY)

Corso di Studio  
Magistrale in Fisica

Insegnamento

Laurea Magistrale

A.A. 2018/2019

Docente: Patrizia Vitale

☎081 676478

email: patrizia.vitale@unina.it

SSD

CFU

Anno di corso (I, II)

Semestre (I, II)

Insegnamenti propedeutici previsti:  
ELETTRODINAMICA CLASSICA

## Prerequisiti (max 4 righe, Arial 9)

Conoscenza della formulazione covariante dell'elettrodinamica. Elementi di meccanica analitica (formulazione lagrangiana e hamiltoniana della meccanica).

## Conoscenza e capacità di comprensione (max 4 righe, Arial 9)

Lo studente acquisirà conoscenze delle teorie di campo e di gauge alla base dei più noti modelli di descrizione delle interazioni fondamentali e sarà in grado di capire il linguaggio fisico-matematico utilizzato nella moderna teoria dei campi.

## Conoscenza e capacità di comprensione applicate (max 4 righe, Arial 9)

Lo studente sarà in grado di applicare le tecniche della geometria differenziale alle teorie di gauge e alla relatività generale.

## PROGRAMMA (in italiano, min 10, max 15 righe, Arial 9, raggruppando i contenuti al massimo in 10 argomenti)

**1. Calcolo differenziale su varietà.** Campi vettoriali e forme. Algebra esterna. Derivazioni; Orientabilità ed integrazione su varietà.  
**2. Teoria dei Gruppi.** Definizioni; Varietà e gruppi quoziente; Gruppi di Lie; Gruppo  $GL(2, C)$  e suoi sottogruppi; Algebra di Lie; Azione destra e sinistra; Campi e forme invarianti a sinistra e a destra; Azione di un gruppo su una varietà, orbita e gruppo di isotropia; Gruppi di relatività: Gruppo di Poincaré e di Galilei; **3. Geometria Riemanniana :** Teoria di Hodge; Equazioni di Maxwell; Operatore di Laplace-de Rham ed equazione delle onde. **4. Formalismo lagrangiano ed hamiltoniano;** Principi variazionali; Simmetrie e Teorema di Noether; Varietà simplettiche e di Poisson; Equazioni di Eulero-Lagrange e di Hamilton in forma intrinseca. **5. Teoria dei Campi:** Sistemi ad infiniti gradi di libertà; Campi scalari, equazione di Klein-Gordon, Campi vettoriali, equazione di Proca e funzioni di Green; Funzione di Schwinger e problemi di Cauchy per campi liberi; Principio d'azione di Schwinger; Teorema di Noether e correnti conservate; **6. Teorie di gauge abeliane e non-abeliane.** Rottura spontanea di simmetria e meccanismo di Higgs. Teoria dei vincoli di Dirac. **7. Geometria Riemanniana II** Trasporto parallelo, Connessione affine; Derivata covariante; Geodetiche; Connessione di Levi-Civita; Torsione, Tensore di Riemann, Tensore di Ricci e Curvatura scalare; Campi di Killing, campi di Killing conformi. **8. Spazi Fibrati e Connessioni:** Fibrati principali; Fibrati vettoriali associati; Connessioni di gauge su fibrati. Teorie di Yang Mills.  
**9. Relatività Generale:** Azione di Einstein Hilbert; Equazioni di Einstein; Invarianza per diffeomorfismi dell'azione di Einstein-Hilbert; Relatività generale come teoria di gauge per il gruppo di Lorentz; Azione di Palatini.

## CONTENTS (in English, min 10, max 15 lines, Arial 9)

**1. Differential calculus on manifolds.** Vector fields and forms. External algebra. Derivations Orientability and integration on manifolds. **2. Group theory.** Definitions, quotient groups and manifolds; group manifold and quotient groups; Lie groups:  $GL(2, C)$  and subgroups; Lie algebras, left and right action, left and right invariant vector fields and one-forms; Action of Lie groups on manifolds, isotropy groups, orbits; Relativity groups: Poincaré and Galilei.  
**3. Riemannian geometry:** Hodge theory; Maxwell equations; Laplace-de Rham operator and wave equation.  
**4. Lagrangian and Hamiltonian formalism:** Variational principles; Symmetries and Noether theorem; Symplectic and Poisson manifolds; Euler Lagrange and Hamilton equations in intrinsic form. **5. Field theory:** Scalar fields --Klein-Gordon equation, Vector fields—Proca equation; Green functions; Schwinger function and Cauchy problems for free fields; Schwinger action principle; Noether theorem and conserved currents. **6 Abelian and non-Abelian gauge theories:** Spontaneous symmetry breaking and Higgs mechanism; Dirac constraints theory. **7 Riemannian geometry II:** Parallel transport; Affine connection; Covariant derivative; geodesics; Levi-Civita connection; Torsion, Riemann tensor, Ricci tensor and scalar curvature; Killing and conformal vector fields. **8 Fiber bundles and connections:** Principal fiber bundles, Associated vector bundles of matter fields; Ehresman gauge connection on principal fiber bundles. Yang Mills theories. **9 General relativity:** Einstein-Hilbert action, Einstein equation; Diffeomorphisms invariance of the action; First order formulation of general relativity: Palatini action as gauge theory of Lorentz group.

## MATERIALE DIDATTICO (max 4 righe, Arial 9)

[1] The structure of space-time and its symmetries. Notes distributed during lessons; [2] I. Bengtsson Constrained Hamiltonian systems ; [3] M. Nakahara, Geometry, Topology and Physics Institute of Physics Publishing, 2003; [4] P. Roman Introduction to Quantum field theory John Wiley and Sons, 1969; [5] V. Rubakov Classical Theory of Gauge Fields Princeton University Press, 2002; [6] F. Scheck Classical Field Theory Springer, 2012; [7] Lagrangian and Hamiltonian Formalism. Notes distributed during lessons; [8] H. Leutwyler "A no-interaction theorem in classical relativistic Hamiltonian particle mechanics" Il nuovo Cim. 1965

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI TEORIA CLASSICA DEI CAMPI.

(CLASSICAL FIELD THEORY)

Corso di Studio  
Magistrale in Fisica

Insegnamento

Laurea Magistrale

A.A. 2018/2019

## FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO

### a) Risultati di apprendimento che si intende verificare:

Capacità di affrontare un problema tipico di teoria dei campi: modellizzazione, studio delle simmetrie, soluzione in termini di quantità osservabili.

### b) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	x	Solo scritta		Solo orale	
Discussione di elaborato progettuale						
Altro, specificare						