Programma del corso di

Complementi di Fisica Teorica

Dottorato di Ricerca 1999/2000

Docente: G. Mangano

- **Richiami di Meccanica Classica e Quantistica**
  Formalismo Lagrangiano e Hamiltoniano. Sistemi dinamici a finiti ed infiniti gradi di libertá. Il teorema di Von Neumann sulla rappresentazione delle regole di commutazione canoniche. Esempi di rappresentazioni inequivalenti. Formalismo di seconda quantizzazione per particelle identiche. Applicazioni: gas di elettroni degenere.

  Bibliografia:
  P. Caldirola, R. Cirelli e G.M. Prosperi, *Introduzione alla Fisica Teorica*, UTET.
  S. Schweber, *An introduction to Relativistic Quantum Field Theory*, Harper & Row.
  A.L. Fetter and J.D. Walecka, *Quantum Theory of many particle systems*, Mc Graw Hill.
  H. Umezawa, H. Matsumoto e M. Tachiki, *Thermo field dynamics and condensed states*, North-Holland.

- **Cenni di Teoria dei Gruppi**
  Gruppi e rappresentazioni, Gruppi di Lie, Gruppo delle rotazioni, Gruppo di Galileo, Gruppo di Poincaré. Rappresentazioni irriducibili del gruppo di Lorentz omogeneo.

  Bibliografia:
  S. Weinberg, *The quantum theory of fields*, vol I, Cambridge University Press.
  I.M. Gelfand, R.A. Minlos e Z.Ya. Shapiro, *Representations of the rotation and Lorentz groups and their applications*, Pergamon Press.

- **Equazioni d'onda relativistiche e funzioni di Green**
  Equazione di Klein-Gordon. Equazione di Dirac. Equazioni di Weyl per

spinori a massa nulla. Accoppiamento minimale ad un campo elettromagnetico classico. Fattore giromagnetico dell'elettrone. Livelli di Landau in un campo magnetico costante. Zitterbewegung. Paradosso di Klein. Antiparticelle. Trasformazioni discrete di paritá, coniugazione di carica ed inversione temporale. Distribuzioni temperate e propagatori. Funzioni di Green per l'equazione di Klein-Gordon e di Dirac. Il propagatore di Feynman-Stueckelberg. Condizione di causalitá.

Bibliografia:
S. Schweber, *An introduction to Relativistic Quantum Field Theory*, Harper & Row.
C. Itzykson e J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, Mc Graw Hill.
V.S. Vladimirov, *Le distribuzioni nella fisica matematica*, Mir.

- **Quantizzazione dei Campi Liberi e Simmetrie del funzionale Azione**

  Quantizzazione di un sistema ad infiniti gradi di libertá. Quantizzazione del campo scalare reale e complesso. Quantizzazione del campo di Dirac. Regole di anticommutazione e principio di esclusione. Formalismo Lagrangiano ed equazioni di Eulero–Lagrange. Teorema di Noether. Tensore energia-impulso. Simmetrie interne. Invarianza per trasformazioni $U(1)$ globali. Quantizzazione del campo elettromagnetico nella gauge di Coulomb. Teorema spin-statistica.

  Bibliografia:
  S. Schweber, *An introduction to Relativistic Quantum Field Theory*, Harper & Row.
  C. Itzykson e J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, Mc Graw Hill.
  F. Gross, *Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory*, John Wiley.
  S. Weinberg, *The quantum theory of fields*, vol I, Cambridge University Press.
  T.D. Lee, *Particle Physics and Introduction to Field Theory*, Harwood Academic Publishers.
  K. Huang *Quarks, Leptons and Gauge Fields*, World Scintific.

- **Rottura Spontanea della Simmetria**

  Teorema di Goldstone. Interazioni con un campo di lungo range e meccanismo di Higgs. Teoria di Ginzburg-Landau per un superconduttore

ed effetto Meissner.

Bibliografia:
S. Coleman, *Aspects of Symmetry*, Cambridge University Press
K. Huang *Quarks, Leptons and Gauge Fields*, World Scientific.
A.L. Fetter and J.D. Walecka, *Quantum Theory of many particle systems*, Mc Graw Hill.

- **Teoria dei campi in interazione**
  Interazione di un campo elettromagnetico quantistico con una sorgente classica. Matrice di Diffusione. Rappresentazione di interazione. Teorema di Wick. Rappresentazione di Kallen-Lehmann delle funzioni a due punti. Formule di riduzione LSZ. Teoria invariante delle perturbazioni. Esempio: campo scalare in autointerazione. Regole di Feynman. Elettrodinamica quantistica. Diagrammi di Feynman per la diffusione elettrone-elettrone ed elettrone-positrone. Sezione d'urto.

  Bibliografia:
  L.D. Landau e E.M. Lifsits, *Teoria Quantistica Relativistica*, Editori Riuniti.
  C. Itzykson e J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, Mc Graw Hill.
  S. Weinberg, *The quantum theory of fields*, vol I, Cambridge University Press.
  T.D. Lee, *Particle Physics and Introduction to Field Theory*, Harwood Academic Publishers.

- **Integrali di Cammino**
  Formulazione della meccanica quantistica non relativistica con il metodo degli integrali di cammino. Rappresentazione della matrice S con un integrale sui cammini. Il funzionale generatore. Rotazione di Wick e integrali di cammino euclidei. Calcolo del propagatore per un campo scalare libero.

  Bibliografia:
  R. Feynmann e R. Hibbs, *Quantum Mechanics and Path Integrals*, McGraw Hill.
  S. Weinberg, *The quantum theory of fields*, vol I, Cambridge University Press.

K. Huang *Quarks, Leptons and Gauge Fields*, World Scientific.
C. Itzykson e J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, Mc Graw Hill.

- **Esercizi ed Applicazioni**

I seguenti argomenti, proposti quali prove d'esame, sono stati discussi dagli studenti in altrettanti seminari.

- Il moto Browniano in formalismo di Integrale di Cammino. (1)
- Quantizzazione covariante del campo elettromagnetico con il metodo di Gupta-Bleuler e dell'Integrale funzionale. (2)-(3)
- Quantizzazione di un campo scalare su uno spazio-tempo curvo ed effetto Unruh. (4)
- L'azione effettiva per un campo scalare in autointerazione. (3)-(5)
- Effetto Casimir. (6)
- L'oscillatore armonico forzato con la tecnica dell'Integrale sui cammini. (5)-(7)
- Struttura fine ed iperfine degli atomi idrogenoidi e Lamb shift. (3)-(8)
- Liquidi di spin. (9)
- Modelli σ non lineari e superconduttori disordinati. (10)-(11)

Bibliografia:
(1) C. Itzykson e J.M. Drouffe, *Statistical field theory*, vol I, Cambridge University Press.
(2) S. Schweber, *An introduction to Relativistic Quantum Field Theory*, Harper & Row.
(3) C. Itzykson e J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, Mc Graw Hill.
(4) N.D. Birrel and P.C.W. Davis, *Quantum Fields in curved space*, Cambridge University Press.
(5) P. Ramond, *Field Theory: a modern primer*, Addison Wesley.
(6) G. Plunien, B. Muller e W. Greiner *Phys. Rept.* **134** 87-193 (1986).
(7) R. Feynmann e R. Hibbs, *Quantum Mechanics and Path Integrals*, Mc-Graw Hill.
(8) L.D. Landau e E.M. Lifsits, *Teoria Quantistica Relativistica*, Editori Riuniti.
(9) E. Fradkin, *Field Theories of condensed matter systems*, Addison Wesley

(10) S. Weinberg, *The quantum theory of fields*, vol II, Cambridge University Press.
(11) I.V. Yurkevich e I.V. Lerner, preprint cond-math/0006378.