MECCANICA QUANTISTICA RELATIVISTICA E INTERAZIONI ELETTRODEBOLI
(Corso Semestrale, 12 crediti; è possibile sostenere solo l' esame del modulo MQR, che corrisponde a 6 crediti)

Luciano MAIANI, Omar BENHAR

Programma del Corso tenuto nell'AA. 2010-2011

I. MECCANICA QUANTISTICA RELATIVISTICA

Riferimenti bibliografici:
L. Maiani, O. Benhar, *Meccanica Quantistica Relativistica* (MQR), Appunti delle Lezioni, (ultima versione: Dicembre 2008)
Gli appunti sono disponibili online sul sito: http://chimera.roma1.infn.it/OMAR
F. Mandl, G. Shaw, *Quantum Field Theory*, Wiley 1984 (M&S)

Testi di consultazione:
Landau&Lifshitz, *Teoria Classica dei Campi*
J.J. Sakurai, *Advanced Quantum Mechanics*.

Teoria della Relativita' Speciale (Richiami). Teoria dei Campi Classici. Simmetrie e Teorema di Noether. Tensore impulso-energia e tensore dei Momenti angolari. (MQR Capp. 1, 2, 3).

Campo di Klein-Gordon. Modi normali di oscillazione.
Quantizzazione del campo di K-G reale. Regole di commutazione per gli operatori di creazione e distruzione. Proprieta' statistiche dei quanti del campo (Bose-Einstein). Prodotto Tempo-ordinato. (MQR Cap. 4).

Equazioni di Maxwell in forma covariante. Energia e Momento del campo elettromagnetico. Funzioni di Green. (MQR Cap. 5, Sez. 5.1-5.3).

Quantizzazione del campo elettromagnetico in assenze di cariche e correnti e del campo. (MQR Cap. 5, Sez. 5.5)

Equazione di Dirac. Invarianza relativistica. Spin. Proprieta' delle matrici gamma. Soluzioni dell' equazione di Dirac libera. Soluzioni ad energia positiva. Sostituzione minimale. Momento magnetico anomalo dell' elettrone: g-2. Soluzioni dell' equazione di Dirac ad energia negativa. Seconda quantizzazione del campo di Dirac con gli oscillatori di Fermi. (MQR, Cap. 6).

Quantizzazione canonica del campo di Dirac, regole di anticommutazione, equazioni del moto. Statistica dei quanti del campo di Dirac (Fermi-Dirac). Prodotti tempo-ordinati di campi fermionici. Microcausalita'. (MQR, Cap. 7).

Propagatori dei campi liberi: campo scalare, campo di Dirac e campo elettromagnetico. (MQR Cap. 8).

Interazione elettromagnetica. Sostituzione minimale e invarianza di gauge (MQR Cap. 10).

Rappresentazione di Interazione. Matrice S. Formula di Dyson.
Processi di diffusione. Conservazione dell' energia e del momento. Sezione d' urto. Vita media. (MQR Cap. 11 e 12).

Applicazioni al 1^0 e 2^0 ordine (cfr anche M&S):

MQR, Cap. 13, Sezz. 13.1 e 13.5.

- Diffusione di una carica puntiforme in un campo esterno, sezione d' urto di Mott, formula di Rutherford;
- Annichilazione elettrone-positrone in coppie di muoni.

II.TEORIA DELLE INTERAZIONI ELETTRODEBOLI

Riferimenti bibliografici:
Il Corso e' basato su argomenti tratti da:
L. Maiani, *Interazioni Elettrodeboli* (IE), appunti delle lezioni (ultima versione Gennaio 2009).
Gli appunti si trovano sul sito: http://chimera.roma1.infn.it/OMAR

1. **Teoria di Fermi**
Lagrangiana di Fermi. Decadimento beta del neutrone.

2. Simmetrie continue globali
Simmetria di Spin Isotopico. Correnti di spin isotopico e correnti deboli.
L' ipotesi CVC (Conserved Vector Current). Decadimento beta del pione.
(IE, Capitolo 2)

3. La teoria di Yang-Mills
Teoria di Yang e Mills per gruppi semisemplici. Derivata covariante e operatore di trasporto parallelo. Bosoni vettoriali e loro trasformazione di gauge. Costanti di accoppiamento. La lagrangiana minimale. (IE, Capitolo 4)

4. Rottura spontanea di una simmetria continua globale.
Modello di Goldstone. Spettro delle fluttazioni per $\mu^2<0$.
(IE, Capitolo 6)

5. Il Meccanismo di Higgs
Modello di Higgs. Meccanismo di Higgs-Braut-Englert. Il campo vettoriale con massa.
(IE, Capitolo 7)

6. Unificazione Elettrodebole
Simmetrie del doppietto (ν_e , e). Il gruppo di gauge minimale per le interazioni leptoniche, $SU(2)_L \times U(1)_Y$. Il modello di Glashow e la Teoria di Weinberg-Salam per i processi leptonici. Doppietto scalare di Higgs. Campi e particelle nella gauge unitaria: massa di W e Z massa dei leptoni. Interazioni di neutrini, struttura delle correnti cariche e neutre di $SU(2)_L \times U(1)_Y$. Il bosone di Higgs, suoi accoppiamenti ai leptoni ed ai bosoni vettoriali. (IE Capitolo 8)

7. Masse e mixing dei quark
Masse e mixing dei quark. La teoria di Cabibbo e il meccanismo GIM. (IE, Capitolo 9)

8. Determinazione sperimentale della corrente debole leptonica.
Sezione d'urto dei processi ν_μ-e – $\bar{\nu}_\mu$-e. (IE, Capitolo 11)