

## FISICA TEORICA 1 (AA 2015-16): programma svolto

Presentazione del corso. Meccanica quantistica relativistica e limitazioni della prima quantizzazione. Richiami di relatività ristretta: trasformazioni di Lorentz, gruppi di Lorentz e di Poincarè.

Derivazione storica dell'equazione di Klein-Gordon, soluzioni libere ad energia positiva ed energia negativa, corrente conservata. Potenziale di Yukawa. Funzioni di Green e propagatore. Funzione di Green ritardata e avanzata. Principio d'azione, simmetrie e teorema di Noether. Principio d'azione, simmetrie e teorema di Noether in teorie di campo. Azione per campo di Klein Gordon. Simmetria  $U(1)$  in Klein-Gordon. Traslazioni spazio-temporali e tensore energia-impulso.

Derivazione storica dell'equazione di Dirac. Equazione di Dirac in forma hamiltoniana ed in forma covariante. Equazione di continuità. Limite non-relativistico senza e con accoppiamento al campo elettromagnetico, equazione di Pauli e rapporto giromagnetico. Sostituzione minimale per accoppiamento di particella al campo em. Rapporto giromagnetico. Conservazione del momento angolare totale ed operatore di spin. Alcune proprietà delle matrici gamma. Soluzioni di onda piana. Atomi idrogenoidi e spettro. Cenni addizionali sullo spettro degli atomi idrogenoidi. Covarianza dell'equazione di Dirac. Trasformazioni degli spinori. Trasformazioni infinitesime e generatori. Trasformazioni finite: esempi. Pseudounitarietà. Trasformazione di bilineari fermionici. Rappresentazioni spinoriali. Parità. Fermioni chirali. Inversione temporale  $T$ . Teoria delle buche. Coniugazione di carica  $C$ . Invarianza  $CPT$  dell'equazione di Dirac libera. Azione per campo di Dirac libero, simmetria  $U(1)$ , azione per fermioni chirali. Massa di Dirac e massa di Majorana. Massa di Dirac e massa di Majorana.

Equazioni d'onda per particelle massive con spin arbitrario (Pauli-Fierz). Equazione di Proca. Equazione di Proca e propagatore. Particella senza massa con spin 1: equazioni di Maxwell. Equazioni di Einstein linearizzate: particella di spin 2 e massa nulla (gravitone).

Path integrals: introduzione ed uso dell'azione classica nella quantizzazione. Azione classica, formalismi lagrangiano ed hamiltoniano, e quantizzazione. Esempio: particella in campo magnetico. Simmetrie e teorema di Noether. Meccanica classica per particelle non-relativistiche e relativistiche, simmetrie. Azioni per particelle relativistiche: simmetrie ed equivalenze. Meccanica quantistica: integrale funzionale nello spazio delle fasi e nello spazio delle configurazioni. Particella non relativistica libera. Rotazione di Wick e meccanica statistica. Funzioni di correlazione e funzionali generatori. Notazione ipercondensata, funzionali generatori, caso libero. Funzione a due punti per l'oscillatore armonico in tempo reale ed in tempo immaginario. Sviluppo perturbativo. Calcolo delle correzioni perturbative dell'energia dello stato fondamentale di un oscillatore anarmonico tramite diagrammi di Feynman.