

Fisica Teorica 1 (AA 14-15)

Programma svolto

Introduzione: meccanica quantistica relativistica (equazioni d'onda relativistiche di singola particella), limitazioni e accenno alla teoria dei campi. Richiami di relatività ristretta: gruppi di Lorentz e di Poincarè.

Equazione di Klein-Gordon: derivazione storica, soluzioni libere ad energia positiva ed energia negativa, corrente conservata, potenziale di Yukawa. Funzioni di Green: funzione ritardata e funzione avanzata. Propagatore di Feynman del campo di Klein-Gordon. Principio d'azione e simmetrie, teorema di Noether. Simmetria $U(1)$ in Klein-Gordon. Traslazioni spazio-temporali e tensore energia-impulso.

Equazione di Dirac: derivazione storica in forma hamiltoniana. Equazione di continuità. Forma covariante dell'equazione di Dirac. Alcune proprietà delle matrici gamma. Soluzioni di onda piana. Soluzioni di onda piana (particella ferma). Accoppiamento al campo elettromagnetico, limite non-relativistico, equazione di Pauli e rapporto giromagnetico. Rapporto giromagnetico, conservazione del momento angolare totale ed operatore di spin. Atomi idrogenoidi e spettro. Covarianza eq. 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 . Interpretazione di Dirac degli stati ad energia negativa: 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.

Equazioni d'onda per particelle massive con spin arbitrario (Pauli-Fierz).

Particella massiva con spin 1 ed equazione di Proca. Particella senza massa con spin 1 ed equazioni di Maxwell.

Integrale funzionale (path integral): introduzione ed uso dell'azione classica per la quantizzazione. Azione classica, formalismo lagrangiano ed hamiltoniano. Esempio: particella in campo magnetico. Simmetrie e teorema di Noether. Meccanica classica per particella non relativistica e relativistica, simmetrie.

Meccanica quantistica: integrale funzionale nello spazio delle fasi e nello spazio delle configurazioni. Particella non relativistica libera. Rotazione di Wick e meccanica statistica (formula di Feynman-Kac e funzione di partizione). Funzioni di correlazione e funzionali generatori. Integrali gaussiani. 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.