

Programma dettagliato: FISICA TEORICA 1 (2012-13)

Richiami di relatività ristretta: gruppi di Lorentz e Poincaré.

Richiami di meccanica classica: principio d'azione, formalismo lagrangiano e formalismo hamiltoniano. Particella non-relativistica libera ed in interazione con potenziali scalare, vettore e tensore. Cenni di geometria differenziale: tensori, derivate covarianti, curvatura. Invarianza di background della particella non-relativistica su spazi curvi. Simmetrie e teorema di Noether. Particella non-relativistica libera e gruppo di simmetria di Galileo. Particella relativistica e simmetrie globali e locali. Accoppiamento della particella relativistica al campo elettromagnetico. Azione di Maxwell per il campo elettromagnetico.

Stringa bosonica: azione di Nambu-Goto ed azione di BdVH. Equivalenza delle varie formulazioni della stringa. Gauge conforme e simmetria conforme. Vettori di Killing conformi e gruppo conforme. Stringhe aperte e stringhe chiuse. Stringhe chiuse: equazioni del moto e vincoli di Virasoro.

Meccanica quantistica: quantizzazione operatoriale ed integrali funzionali. Integrale funzionale nello spazio delle fasi e nello spazio delle configurazioni. Particella non relativistica libera. Rotazione di Wick. Notazione ipercondensata. Funzioni di correlazione. Integrali gaussiani e caso libero. Funzione a due punti per l'oscillatore armonico. Formula di Feynman-Kac e funzione di partizione. Funzione a due punti euclidea per l'oscillatore armonico. Sviluppo perturbativo. Calcolo delle correzioni perturbative dell'energia dello stato fondamentale di un oscillatore anarmonico tramite diagrammi di Feynman. Nucleo del calore (heat kernel) per hamiltoniana con potenziale scalare, rappresentazione mediante integrale funzionale e calcolo perturbativo.

Quantizzazione canonica della particella relativistica ed equazione di Klein-Gordon. Derivazione storica dell'equazione di Klein-Gordon, corrente conservata, soluzioni libere ad energia positiva e negativa. Soluzione statica dell'equazione di Klein-Gordon con sorgente (potenziale di Yukawa). Propagatore. Rappresentazione del propagatore mediante heat kernel e con integrale funzionale di prima quantizzazione.

Equazione di Dirac in forma hamiltoniana, matrici di Dirac. Forma covariante dell'equazione di Dirac. Equazione di continuità. Alcune soluzioni semplici (particella ferma), accoppiamento al campo elettromagnetico, limite non-relativistico, equazione di Pauli e rapporto giromagnetico. Proprietà delle matrici gamma. Covarianza dell'equazione di Dirac. Prova esplicita della covarianza e trasformazioni di Lorentz degli spinori. Generatori delle trasformazioni di Lorentz sugli spinori di Dirac. Trasformazioni finite: rotazioni e boosts. Pseudo-unitarietà delle trasformazioni di Lorentz sugli spinori. Covarianza della corrente conservata. Riflessione spaziale (parità P). Matrice di chiralità e riducibilità del fermione di Dirac. Base completa di operatori lineari nello spazio spinoriale e covarianti bilineari. Inversione temporale (T). Eq. di Dirac in forma covariante con accoppiamenti elettromagnetici. Interpretazione di Dirac degli stati ad energia negativa: teoria delle buche. Coniugazione di carica (C). Invarianza CPT dell'equazione di Dirac. Azione per campo di Dirac libero, propagatore, simmetria $U(1)$, azione per fermioni chirali.

Equazioni di Proca-Maxwell.