

FISICA TEORICA 2 (AA 2015-16)

Introduzione. Prima quantizzazione di particella scalare relativistica ed equazione di Klein-Gordon. Algebre e superalgebre di Lie: algebra di Lie del gruppo di Poincarè. Realizzazione dell'algebra di Lie del gruppo di Poincarè nella meccanica quantistica della particella scalare relativistica e nella teoria di campo di Klein-Gordon. Superalgebre di Lie. Supersimmetria in $D=4$ ed in $D=1$. Equazione di Pauli e supersimmetria.

Meccanica quantistica supersimmetrica con $N=2$. Calcolo esplicito dell'algebra di supersimmetria $N=2$. Proprietà generali di teorie supersimmetriche. Indice di Witten e suo calcolo in meccanica quantistica supersimmetrica. Oscillatore armonico supersimmetrico.

Variabili di Grassmann. Oscillatore fermionico classico. Sistemi hamiltoniani con variabili di Grassmann. Semplici esempi di sistemi con variabili di Grassmann.

Azione classica per meccanica supersimmetrica. Simmetrie e cariche conservate. Formulazione hamiltoniana e quantizzazione. Superspazio. Azione del modello meccanico supersimmetrico con superpotenziale in superspazio ed in componenti.

Path integral per fermioni: stati coerenti bosonici, stati coerenti fermionici e loro proprietà. Derivazione dell'integrale funzionale per fermioni. Condizioni al contorno antiperiodiche (traccia) e periodiche (supertraccia). Rappresentazione con l'integrale funzionale dell'indice di Witten: traccia schematica del calcolo in meccanica quantica supersimmetrica.

Sistemi hamiltoniani vincolati. Notazione di Dirac (vincoli debolmente uguali a zero). Vincoli di seconda classe, parentesi di Dirac, quantizzazione canonica. Vincoli di prima classe ed invarianza di gauge. Struttura generale dell'azione nello spazio delle fasi con vincoli di prima classe. Esempio banale. Trattazione e quantizzazione tramite i) metodo dello spazio delle fasi ridotto (esempio: elettromagnetismo), ii) metodo di Dirac-Gupta-Bleuler (esempio: particella relativistica), iii) metodo BRST (variabili di ghosts e concetto di coomologia). Metodo BRST lagrangiano e caso del campo elettromagnetico.

Particella relativistica con spin $1/2$ e senza massa: supersimmetria locale sulla linea di mondo. Particella relativistica massiva con spin $1/2$: quantizzazione, equazione di Dirac. Introduzione della massa con riduzione dimensionale. Particella con spin 1 senza massa in $D=4$: quantizzazione ed equazioni di Maxwell. Costante d'accoppiamento di Chern-Simons, quantizzazione ed equazioni generalizzate di Maxwell per p -forme con massa nulla. Equazioni di Proca in $D=4$. Particelle di spin 0 e $1/2$ accoppiate al campo di gauge abeliano.

Quantizzazione BRST lagrangiana per particelle relativistiche di spin 0 . Calcolo dell'azione efficace di Heisenberg-Euler indotta da particelle di spin 0 e di spin $1/2$.