

# Fisica Teorica 2 (AA 14-15)

## Programma svolto

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 di particella 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. Esempio di meccanica quantistica supersimmetrica con  $N=2$ . Calcolo esplicito della realizzazione dell'algebra di supersimmetria  $N=2$ . Proprietà generali di teorie supersimmetriche. Indice di Witten. Calcolo dell'indice di Witten in meccanica quantistica supersimmetrica tramite analisi dei vuoti supersimmetrici. Oscillatore armonico supersimmetrico.

Variabili di Grassmann. Oscillatore fermionico classico ed accenno alla quantizzazione operatoriale. 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 e modello supersimmetrico con prepotenziale.

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 I classe ed invarianza di gauge. Struttura generale dell'azione nello spazio delle fasi con vincoli di I classe. Esempi: esempio banale, particella relativistica, elettromagnetismo. Trattazione e quantizzazione tramite: i) metodo dello spazio delle fasi ridotto, ii) metodo di Dirac-Gupta-Bleuler, iii) metodo BRST (variabili di ghosts e concetto di coomologia). Metodo BRST lagrangiano e caso del campo elettromagnetico.

Particella relativistica fermionica senza massa e con spin  $1/2$ : supersimmetria locale sulla linea di mondo, 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, p-forme con e senza massa: quantizzazione ed equazioni generalizzate di Maxwell. Particelle di spin arbitrario senza massa 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 da particelle di spin  $1/2$ .