

Programma del corso di Fisica Teorica I

I. GRUPPO DI LORENTZ E STATI AD UNA PARTICELLA

1. **Una breve introduzione alla teoria dei gruppi.** Generalità. Gruppi di trasformazioni lineari. Trasformazioni infinitesime ed algebre di Lie. Rappresentazioni di gruppi continui.
2. **Il gruppo di Lorentz omogeneo.** Proprietà generali. Il gruppo di Lorentz ristretto \mathcal{L}_+^\uparrow . Generatori infinitesimi del gruppo \mathcal{L}_+^\uparrow . Rappresentazioni irriducibili del gruppo \mathcal{L}_+^\uparrow . Rappresentazioni irriducibili del gruppo di Lorentz esteso.
3. **Trasformazioni di Poincaré.** Proprietà gruppali. Rappresentazioni unitarie del gruppo di Poincaré ristretto e loro interpretazione fisica.
4. **Stati ad una e due particelle.** Il piccolo gruppo. Stati di particella massiva. Stati di particella a massa nulla. Stati a due particelle. L'accoppiamento ℓ - s .
5. **Operazioni discrete.** Inversione spaziale. Invarianza per parità. Time reversal.
6. **Equazioni relativistiche.** L'equazione di Klein-Gordon. Estensione a spin interi più alti. Le equazioni di Maxwell. L'equazione di Dirac. L'equazione di Dirac per particelle a massa nulla. Estensione a spin seminteri più alti.

II. MECCANICA QUANTISTICA RELATIVISTICA

1. **L'equazione di Dirac.** Formulazione di una teoria quantistica relativistica. Tentativi precedenti. L'equazione di Dirac. Corrispondenza non relativistica.
2. **Covarianza relativistica dell'equazione di Dirac.** Forma covariante dell'equazione di Dirac. Prova della sua covarianza. Riflessione spaziale. Covarianti bilineari.
3. **Soluzioni dell'equazione di Dirac per una particella libera.** Soluzioni in onde piane. Operatori di proiezione per energia e spin. Cenni sull'atomo d'idrogeno.
4. **La teoria delle buche.** Il problema delle soluzioni ad energia negativa. Coniugazione di carica. Polarizzazione del vuoto. Inversione temporale ed altre simmetrie.
5. **Teoria del propagatore.** Introduzione. Il propagatore non relativistico. Definizioni formali e proprietà delle funzioni di Green. Il propagatore nella teoria del positrone.
6. **Applicazioni.** Scattering coulombiano di elettroni. Scattering coulombiano di positroni. Scattering elettrone-protone. Scattering Compton. Annichilazione di coppie elettrone-positrone.

Testi consigliati:

- J.D. Bjorken and S.D. Drell, *Relativistic Quantum Mechanics* (MacGraw-Hill, 1965).
- G. Costa and G.L. Fogli *Lorentz Group and Particle States*, Chapt. V of *Kinematics, Symmetries and S-Matrix*, Textbook in Elementary Particles Physics, ed. by M. Nikolić (IN2P3, 1979).