

# **Seminario de Física Moderna: Partículas y Campos. Curso 2012**

## **Asignatura Optativa. Licenciatura en Física**

**Profesora responsable: Eve Mariel Santangelo**

### **1. Introducción**

Evolución histórica de la noción de partícula elemental y de las teorías para las interacciones fundamentales. Producción y detección de partículas. Unidades y órdenes de magnitud. Necesidad de una teoría cuántica de campos en el caso relativista.

### **2. Teoría Clásica de Campos**

Lagrangianos en teorías clásicas de campos. Hamiltoniano clásico de una teoría de campos. Ecuaciones clásicas de movimiento o de Euler Lagrange. Simetrías y teorema de Noether.

### **3. Cuantización de campos libres**

Cuantización del campo escalar real en el esquema de Schrödinger. Operadores de creación y aniquilación. Relaciones de conmutación. Hamiltoniano cuántico y orden normal. Espacio de Hilbert de los estados. Normalización y medida invariante de Lorentz. El campo escalar cuántico en el esquema de Heisenberg. Propagadores. Causalidad y propagador de Feynman. Teoría clásica del campo de Dirac libre. Cargas clásicamente conservadas. Invarianzas de fase y quiral. Corrientes conservadas asociadas. Momento angular orbital y espín. Cuantización del campo de Dirac. Necesidad de imponer reglas de anticonmutación. Teorema espín-estadística y principio de exclusión. Funciones de Green. Propagador de Feynman y ordenamiento temporal. Simetrías discretas de la ecuación de Dirac libre y operadores asociados con paridad, inversión temporal y conjugación de carga.

### **4. Campos en interacción**

Tres interacciones importantes:  $\lambda\phi^4$ , Yukawa y Electrodinámica Cuántica (QED). Dimensiones y renormalizabilidad. Cálculo perturbativo de funciones de correlación en  $\lambda\phi^4$ . Esquema de interacción y operador de

evolución. Contracciones y teorema de Wick. Secciones eficaces. Matriz S Diagramas de Feynman en  $\lambda\phi^4$ . Cálculo de secciones eficaces. Teorema de Wick y contracciones para campos de Dirac. Reglas de Feynman en QED. Invarianza de gauge abeliana y no abeliana. Conceptos geométricos: derivada covariante y conexión de gauge. Teorías de Yang y Mills. Caso de SU(2) y generalización. Noción de constante de acoplamiento efectiva. Simetría de gauge SU(3) y Cromodinámica Cuántica (QCD). Libertad asintótica y esclavitud infrarroja. El problema del confinamiento en QCD. Ruptura espontánea de simetrías internas. Caso de simetrías globales continuas. Teorema de Goldstone. Ruptura espontánea de simetrías de gauge: el mecanismo de Higgs. Un ejemplo abeliano. Modelo de Glashow, Salam y Weinberg para las interacciones electrodébiles: generación de masas para los bosones de gauge y acoplamiento de los fermiones con los campos de gauge. números cuánticos de leptones y quarks. Familias. Corrientes débiles cargadas y neutras. Generación de masas fermiónicas. El bosón de Higgs. Algunas falencias de nuestro modelo estándar para las interacciones fundamentales y algunos intentos de subsanarlas (breve comentario sobre teorías gran-unificadas, teorías supersimétricas y teorías de cuerdas..

### **Bibliografía básica**

M. Peskin and D. Schröder, An introduction to Quantum Field Theory, Perseus Books (1995).

D. Griffiths, Introduction to Particle Physics, Wiley-VCH (2004).

Para más bibliografía, ver página web de la asignatura:  
<http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/seminariopyc/>

Eve Mariel Santangelo

1/12/2012