

# TEORIA CUANTICA DE CAMPOS

**Clave: 66729**

Carácter: Optativa

Tipo: Teórica

Horas

Teoría: 6

Práctica: 0

**Créditos: 12**

Horas por semana

6

## **Objetivo general:**

Proporcionar al alumno los conocimientos fundamentales de la teoría cuántica de campos, brindando una visión amplia de los aspectos más relevante de esta materia en el contexto de la investigación actual.

## **Objetivos específicos:**

El curso está diseñado para proveer los fundamentos de la teoría cuántica de campos relativistas a estudiantes que comienzan su investigación en física. La orientación es hacia la física de partículas elementales, pero los temas tratados resultan también de interés a otras áreas como física nuclear, física estadística y materia condensada. El tratamiento está basado en el método de cuantización canónico. Para estudiantes en el área de física de partículas elementales, este curso debe considerarse como una primera parte, por lo que se recomienda fuertemente que tales estudiantes continúen también con el curso de Teoría Cuántica de Campos II y, dependiendo de su orientación dentro del área, con el curso de Teoría de Cuántica de Campos III.

## **Contenido Temático**

### **Unidad I. Campos clásicos**

- 1.1 Formulación lagrangiana.
- 1.2 Ecuaciones de movimiento.
- 1.3 Formulación hamiltoniana.
- 1.4 Grupo de Lorentz y de Poincaré.
- 1.5 Simetrías internas globales.
- 1.6 Teorema de Noether.
- 1.7 Repaso de mecánica cuántica relativista: soluciones a las ecuaciones relativistas.
- 1.8 Ecuación de Klein-Gordon, ecuación de Dirac, ecuaciones de Maxwell.

### **Unidad II. Cuantización canónica de campos libres**

- 2.1 Cuantización canónica.
- 2.2 Campo escalar real y complejo.
- 2.3 Ordenamiento normal.
- 2.4 Ordenamiento temporal y propagador.
- 2.5 Campo de espín  $1/2$ . Propagador fermiónico.
- 2.6 Relación entre espín y estadística.
- 2.7 Campo vectorial con masa.
- 2.8 Ecuación de Proca.
- 2.9 Límite de masa cero.
- 2.10 Campo electromagnético.
- 2.11 Cuantización en la norma de Lorentz: formalismo de Gupta Bleuer.
- 2.12 Cuantización en la norma de Lorentz.
- 2.13 Propagador del fotón.

### **Unidad III. Simetrías e interacciones**

- 3.1 Simetrías internas locales.
- 3.2 Campos de norma.

- 3.3 Interacción electromagnética.
- 3.4 Teorías de Yang-Mills.
- 3.5 Otros tipos de interacciones.
- 3.6 Simetrías discretas.
- 3.7 Paridad.
- 3.8 Inversión temporal.
- 3.9 Conjugación de carga.
- 3.10 Teorema de CPT.

#### **Unidad IV. Matriz S y reglas de Feynman en la teoría $\square^4$**

- 4.1 Estados y campos “entrantes” y “salientes”.
- 4.2 Representación espectral del propagador.
- 4.3 Definición y propiedades de la matriz S.
- 4.4 Teorema de Wick.
- 4.5 Fórmula de reducción LSZ y funciones de Green.
- 4.6 Teoría de Perturbaciones.
- 4.7 Definición y propiedades de la matriz U.
- 4.8 Reglas y diagramas de Feynman.
- 4.9 Funciones de 2 y 4 puntos.

#### **Unidad V. Procesos al nivel árbol en electrodinámica cuántica**

- 5.1 Reglas de Feynman en QED.
- 5.2 Dispersión de electrones y muones. Efectos de polarización.
- 5.3 Dispersión de Compton.
- 5.4 Aniquilación de un par  $e^+ e^-$ .
- 5.5 Aniquilación del positronio.
- 5.6 Producción de un par  $e^+ e^-$  por un fotón en presencia de un núcleo.
- 5.7 Bremsstrahlung.
- 5.8 Divergencias infrarrojas.

#### **Unidad VI. Método de la integral de trayectoria**

- 6.1 Integral de trayectoria en mecánica cuántica.
- 6.2 Integral de trayectoria para campos libres: campo escalar, campo electromagnético y campo fermiónico.
- 6.3 Funcional generatriz y funciones de Green para campos libres.
- 6.4 Funcional generatriz para campos con interacción.
- 6.5 Teoría  $\square^4$ .
- 6.6 Reglas de Feynman.
- 6.7 Diagramas conectados.
- 6.8 Formulación de la integral de trayectoria para la electrodinámica cuántica.

#### **Bibliografía Básica:**

- M. Srednicki, *Quantum Field Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
- L. H. Ryder, *Quantum Field Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
- W. Greiner y J. Reinhardt, *Field Quantization*, Springer, 1993.
- M.E. Peskin y D.V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
- P. Ramond, *Field theory; a modern primer*, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
- L. S. Brown, *Quantum field theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- S. Weinberg, *The quantum theory of fields Vols. I y II*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- S. J. Chang, *Introduction to quantum field theory*, World Scientific, Singapore, 1990.

- A. Das, *Field theory (a path integral approach)*, World Scientific, Singapore, 1993.
- M. Kaku, *Quantum field theory*, Oxford University Press, Oxford, 1993.
- V.B. Berestetskii y et-al., (*Landau y Lifshitz Course of Theoretical Physics Vol. 4) Quantum electrodynamics*, Pergamon Press, 1982.
- N. N. Bogoliubov y D. V. Shirkov, *Introduccion to the theory of quantized fields*, John Wiley & Sons, 1980.
- J. D. Bjorken y S. D. Drell, *Relativistic quantum fields*, McGraw-Hill, 1965.
- F. Mandl y G. Shaw, *Quantum field theory*, John Wiley & Sons, 1984.

