

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS FÍSICAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS (FÍSICA)**

**PROPUESTA  
Teoría Cuántica de Campos para Materia Cuántica**

**Campos de Conocimiento: Materia Condensada, Física Cuántica**

**Objetivo general:**

Se adentrará a las y los estudiantes a teoría cuántica de campos para sistemas de la materia condensada y física atómica desde un enfoque moderno, con aplicaciones a materiales cuánticos emergentes actuales.

**Objetivos específicos:**

- Introducción a formalismos teóricos para abordar sistemas de muchos cuerpos de la materia cuántica.
- Remarcar las aplicaciones de dichos formalismos en problemas actuales de la física de la materia condensada y física atómica de muchos cuerpos.
- Desarrollo de habilidades analíticas y numéricas para solución de problemas de muchos cuerpos en la mecánica cuántica.

Horas semestre: 96 ( 6 horas por semana)

**Tema**

1. Física de Muchos Cuerpos y Segunda Cuantización (10 hrs)
2. Funciones de Green para sistemas de muchos cuerpos y diagramas de Feynman (20 hrs)
3. Integrales de Trayectoria (30 hrs)
4. Simetrías y rompimiento espontáneo de la simetría (20 hrs)
5. Grupo de renormalización (16 hrs)

**Contenido Temático**

**1. Física de Muchos Cuerpos y Segunda Cuantización**

- 1.1 Sistemas de muchos cuerpos: Bosones y Fermiones, la simetría de la función de onda de muchos cuerpos.
- 1.2 Estados coherentes.
- 1.3 Integrales Gaussianas.
- 1.4 Números de Grassmann.

**2. Funciones de Green para sistemas de muchos cuerpos y diagramas de Feynman**

- 2.1 Introducción.
- 2.2 La función de Green de una partícula para sistemas de muchos cuerpos.
- 2.3 Ecuación de movimiento para la función de Green.
- 2.4 Teoría de perturbaciones y formulación diagramática.
- 2.5 Funciones de Green a tiempo imaginario, frecuencias y expansión de Matsubara.

### **3. Integrales de Trayectoria**

3.1 Principio Variaciones

3.2 Integrales de Trayectoria en Física Estadística

3.3 Integrales de Trayectoria para sistemas de muchos cuerpos

3.4 Condensación de Bose Einstein y Superfluidez: Criterio de Landau, densidad superfluido, enfoque de cuasiparticulas.

3.5 Superconductividad: Criterio de Thouless, Transformación de Hubbard-Stratonovich, teoría BCS.

### **4. Simetrías y rompimiento espontáneo de la simetría.**

4.1 Acciones efectivas.

4.2 Teorema de Noether.

4.3 Identidades de Ward.

### **5. Grupo de Renormalización**

5.1 Introducción al grupo de renormalización.

5.2 Fenómenos críticos: Un enfoque desde el grupo de renormalización.

5.3 Renormalización para el grupo  $\phi^4$ .

### **Bibliografía:**

- Quantum Field Theory and Condensed Matter, R. Shankar, Cambridge University Press
- Quantum Theory of Many-Particle Systems, A. L. Fetter and J. D. Walecka, Mc-Graw-Hill.
- Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics, A. A. Abrikosov, L. P. Gordon I. E. Dzyloshinski, Dover.
- Advanced Quantum Condensed Matter Physics, M. El-Batanouny, Cambridge University Press.