

# Teoría Cuántica de Campos I

## Objetivos del curso

El objetivo central del curso es el de dar una introducción sobre temas fundamentales de la física teórica de altas energías, que involucran procesos de interacciones fundamentales de la materia y cuya dinámica se describe en términos de la teoría cuántica de campos. Los contenidos corresponden a un curso introductorio de la teoría cuántica de campos.

## Contenidos del curso

Grupo de Lorentz. Representaciones de dimensión finita. Grupo de Poincaré. Transformaciones de campos locales. Campos escalares, vectoriales y espinoriales. Campo de Dirac. Construcción de acciones invariantes.

Ecuaciones de Euler - Lagrange. Simetrías. Corrientes conservadas, teorema de Noether. Cargas conservadas. Tensor de energía impulso. Tetra-impulso. Momento angular. Simetrías internas.

Formulación Hamiltoniana. Corchetes de Poisson. Ecuaciones de movimiento. Covarianza. Simetrías internas.

Descripción cuántica de una teoría de campos. Conmutadores a tiempos iguales. Ecuaciones de Heisenberg. Cuantización canónica.

Cuantización del campo escalar libre. Operadores de creación y destrucción. Estado de vacío. Espacio de Fock. Orden normal de operadores. Relaciones de conmutación a tiempos distintos. Orden cronológico de operadores. Funciones de Green de la ecuación de Klein - Gordon. Propagador de Feynman. Campo escalar cargado. Conjugación de carga. Simetrías no Abelianas.

Cuantización del campo electromagnético libre. Ecuaciones clásicas. Invarianza de gauge. Operadores de creación y destrucción. Método de Gupta - Bleuler. Propagador de Feynman. Campo vectorial masivo libre. Vínculos.

Cuantización del campo de Dirac libre. Soluciones de la ecuación de Dirac. Operador impulso. Operadores de creación y destrucción. Espacio de Fock para fermiones. Reglas de anticonmutación a tiempos iguales. Estadística de Fermi - Dirac. Principio de exclusión. Momento angular, espín. Reglas de anticonmutación a tiempos distintos. Propagador de Feynman para el campo de Dirac. Simetrías discretas. Teorema CPT.

Interacción con campos externos clásicos. Campo electromagnético en presencia de corrientes externas clásicas. Matriz S. Energía emitida. Probabilidad de emisión y absorción inducidas.

Operador de evolución. Perturbaciones dependientes del tiempo. Matriz S. Teorema de Wick para campos bosónicos y fermiónicos. Fórmulas de reducción. Funcional generatriz de funciones de Green.

Teoría de perturbaciones. Representación de interacción. Desarrollo diagramático de funciones de Green. Reglas de Feynman en el espacio de impulsos. Funciones de Green conexas, funcional generatriz.

Cálculos al orden de un *loop* para un campo escalar en autointeracción. Regularización de diagramas divergentes. Renormalización de la masa y la constante de acoplamiento. Ecuación de Callan-Symanzik.

Electrodinámica Cuántica (QED): Simetrías. Lagrangiano de la teoría QED. Cuantización canónica. Diagramas de Feynman.

Electrodinámica Cuántica (QED): Cuantización mediante la integral funcional.

Procesos elementales en Electrodinámica Cuántica.

Electrodinámica Cuántica (QED). Correcciones radiativas. Auto-energía del electrón, renormalización de la carga del electrón, tensor de polarización del vacío. Teorema óptico. Identidades de Ward.

**Bibliografía:**

- M. Peskin and D. Schroeder, *Quantum Field Theory*.  
S. Weinberg, *The Quantum Theory of Fields, Vols. I and II*.  
C. Itzykson and J.-B. Zuber, *Quantum Field Theory*.  
R. Feynman, *Quantum Electrodynamics*.

**Número de horas totales:**

64 hs (de teoría) + 64 hs (de resolución de problemas) = total 128 hs.

Este curso tiene 64 hs de clases teóricas.

A eso se le suma la resolución de las guías de problemas, lo cual suma otras 64 hs adicionales.

**Modo de aprobación:**

**Examen final de la totalidad del curso**