

Introducción a la Teoría Cuántica de Campos

Código: 42863
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
4313861 Física de Altas Energías, Astrofísica y Cosmología/High Energy Physics, Astrophysics and Cosmology	OT	0	1

Contacto

Nombre: Antonio Miguel Pineda Ruiz

Correo electrónico: AntonioMiguel.Pineda@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Prerequisitos

Se recomienda haber atendido con aprovechamiento la asignatura de Introducción a la Física del Cosmos.

Objetivos y contextualización

El objetivo principal de este curso es aprender los conceptos básicos y las técnicas necesarias para poder entender la teoría cuántica de campos. Se pondrá especial énfasis en la física de las partículas elementales, y, en particular, en la electrodinámica cuántica.

Competencias

- Aplicar los principios fundamentales a áreas particulares como la física de partículas, la astrofísica de estrellas, planetas y galaxias, la cosmología o la física más allá del Modelo Estándar.
- Formular y abordar problemas físicos, tanto si son abiertos como si están mejor definidos, identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si procede, para llegar a una solución que se ha de presentar explicitando las suposiciones y las aproximaciones.
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- Razonar críticamente, tener capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico y elaborar argumentos lógicos.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionar las ecuaciones apropiadas, construir modelos adecuados, interpretar resultados matemáticos y comparar críticamente con experimentación y observación.

Resultados de aprendizaje

1. Analizar el concepto de renormalización y aplicarlo a procesos electromagnéticos.
2. Aplicar el llenguatge dels diagrames de Feynman a la teoria quàntica de camps.
3. Aplicar la teoría cuántica de campos a procesos electromagnéticos.
4. Calcular secciones eficaces de procesos electromagnéticos.
5. Comprender las bases de la teoría cuántica de campos.

Contenido

1. Introducción
 - 1.1 Motivación
 - 1.2 Elementos de teoría clásica de campos.
 - 1.2.1 Cálculo funcional.
 - 1.2.2 Lagrangiano y Hamiltoniano. Euler-Lagrange equations.
 - 1.3 Unidades naturales
2. Cuantización de campos libres
 - 2.1 Campos no relativistas. Bosones y fermiones. Operador número y estadística.
 - 2.2 Campo de Klein-Gordon real. Propagadores y causalidad.
 - 2.3 Simetrías continuas. Teorema de Noether: corrientes y tensor de energía-momento.
 - 2.4 Simetrías discretas: C,P,T.
 - 2.5 Campo de Klein-Gordon complejo. Simetría de carga.
 - 2.6 Campo de Dirac. Propagadores, simetrías, espín: helicidad y quiralidad.
 - 2.7 Campo electromagnético.
3. Interacción
 - 3.1 Sección eficaz y matriz S.
 - 3.2 Imagen de interacción y matriz S.
 - 3.3 Teorema de Wick.
 - 3.4 Primer cálculo a nivel árbol: $\lambda \phi^4$.
 - 3.5 Diagramas de Feynman.
 - 3.6 Decays.
4. QED
 - 4.1 Cuantización de QED.
 - 4.2 S-matrix a $O(e^2)$.
 - 4.3 Colisión Compton a nivel árbol. Diagramas de Feynman y técnicas de cálculo: trazas, espín, ...
 - 4.4 About gauge invariance. Ejemplo de identidad de Ward.
 - 4.5 Reglas de Feynman generalizadas y para QED.
 - 4.6 Otros procesos elementales de QED a nivel árbol: $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$, ...
 - 4.7 Transiciones radiativas del Hidrógeno.
5. Más allá del nivel árbol. Introducción.
 - 5.1 Infinitos y regularización dimensional.
 - 5.2 Polarización del vacío.

5.3 Renormalización de la carga eléctrica.

5.4 Teorema óptico.

6. Más allá de teoría de perturbaciones.

6.1 Formalismo LSZ y simetría de cruzamiento (ejemplos).

Metodología

Habrá clases magistrales donde se explicará la teoría con detalle.

Habrá clases magistrales donde se discutirá una selección de la lista de ejercicios.

El estudiante debe estudiar por su cuenta la teoría explicada en clase para profundizar y asentar los contenidos. Además el estudiante debe realizar en casa la lista de ejercicios con anterioridad a las clases de problemas.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Teoría i problemas	45	1,8	1, 2, 3, 4, 5
Tipo: Autónomas			
Estudio, ejercicios	84	3,36	1, 2, 3, 4, 5

Evaluación

Examen: 50%

Entrega de ejercicios: 40%

Participación en clase y presentación oral de algunos ejercicios: 10%

Examen de recuperación: 50%. Condición necesaria: tener una nota igual o superior a 3.5 en la nota final anterior.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega de ejercicios	40%	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5
Examen	50%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5
Participación en clase y presentaciones orales	10%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5

Bibliografía

D. Lurie. Particles and Fields

S. Weinberg. The Quantum Theory of Fields

L.H. Ryder. Quantum Field Theory

M. Peskin and D. Schroeder. An introduction to Quantum Field Theory

B. Hatfield. Quantum Field Theory of Point Particles and Strings

Donogue, Golowitch and Holstein. Dynamics of the Standard Model

Pokorsky. Gauge Field Theories

C. Itzykson and J. Zuber. Quantum Field Theory