

Universidad de los Andes - Departamento de Física
Renormalización Perturbativa (FISI-3008/4008)
Andrés F. Reyes Lega
4 créditos (2 sesiones de 1h 50min cada semana)

Prerrequisito: Física de Partículas (FISI-3150)

Objetivo

El presente curso tiene como objetivo principal **presentar la teoría de renormalización perturbativa (en teoría cuántica de campos relativista) de una forma coherente y matemáticamente rigurosa.** Para lograr dicho objetivo, el curso comenzará con un repaso de herramientas básicas que incluye la representación usual del operador de scattering en términos de diagramas de Feynman. Luego de una discusión introductoria sobre teoría de distribuciones, se explicará cuál es la razón –desde el punto de vista matemático- de la aparición de las divergencias. Esto nos llevará al estudio del problema de multiplicación (y extensión) de distribuciones, que es la base del método de Bogoliubov-Parasiuk-Hepp-Zimmermann (BPHZ). A continuación, se explicará el método de Epstein-Glaser, basado en principios generales de causalidad. Esto permitirá volver sobre varios de los cálculos perturbativos más relevantes históricamente (como el cálculo del momento magnético anómalo del electrón) pero con la diferencia de que en ningún momento se hará uso de cantidades divergentes, ni de métodos heurísticos. Durante las últimas semanas se presentará una visión general de los desarrollos más recientes de la teoría.

Metodología

Las clases serán de tipo magistral, con explicaciones de cada uno de los temas por parte del profesor. Debido a la naturaleza técnica del tema, no habrá tiempo para realizar todos los cálculos necesarios durante la hora de clase. Por esta razón, en muchos casos se repartirán previamente notas de clase con los cálculos detallados, para poder enfocar la clase a discutir los aspectos esenciales. Así mismo, la evaluación, a través de tareas, permitirá a los estudiantes poner en práctica lo discutido en clase, y obtener un dominio adecuado de las técnicas discutidas.

Programa por semanas

- Semana 1: El campo escalar y su cuantización. La serie de Dyson. Orden normal. Los teoremas de Wick
- Semana 2: Diagramas de Feynman. Regularización dimensional
- Semana 3: Cálculo de autoenergía en la teoría φ^4
- Semana 4: Introducción a la teoría de distribuciones
- Semana 5: Teoría axiomática de campos. El teorema de Haag.
- Semana 6: Multiplicación de distribuciones y el origen de las divergencias
- Semana 7: El método BPHZ
- Semana 8: Comparación entre BPHZ y Dim-Reg. Ejemplos.
- Semana 9: El método de Epstein-Glaser
- Semana 10: Elementos de electrodinámica cuántica
- Semana 11: QED finita, ejemplos: polarización del vacío, autoenergía, momento magnético
- Semana 12: El enfoque algebraico a teoría cuántica de campos
- Semana 13: Cuantización por deformación. Productos estrella
- Semana 14: Un nuevo enfoque: pAQFT
- Semana 15: Un nuevo enfoque: pAQFT
- Semana 16: Resumen del curso, aplicaciones adicionales

Evaluación

3 tareas (25% cada una) y un proyecto final (25%).

Bibliografía

- N.N. Bogoliubov, D.V. Shirkov Introduction to the Theory of Quantized Fields (Wiley, 1957)
- G. Scharf. Finite Finite Quantum Electrodynamics: The Causal Approach (Dover, 2014).
- R.F. Streater, A.S. Wightman PCT, Spin and Statistics, and All That (Princeton UP, 2000)
- R. Haag. Local Quantum Physics (Springer, 1996)
- M. Dütsch. From Classical Field Theory to Perturbative Quantum Field Theory (Birkhäuser, 2019)
- J. Collins. Renormalization: An Introduction to Renormalization, the Renormalization Group and the Operator-Product Expansion (Cambridge UP, 1996)
- F. Scheck. Electroweak and Strong Interactions (Springer, 2011).
- F. Scheck. Quantum Physics (Springer, 2007)