



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

FACULTAD
DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Doble Grado en Física y
Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 295-003-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Álgebras de Hopf y renormalización perturbativa en teoría cuántica de campos

Descripción general (resumen y metodología):

Como es sabido, teorías de campos cuánticos que involucren campos de espín 0 y/o 1/2, o incluso 1 si se acoplan a corrientes conservadas, son renormalizables a nivel perturbativo si las constantes de acoplamiento tienen dimensiones de masa positivas o nulas. El proceso de renormalización se puede llevar a cabo en varios esquemas (dimensional, momento cero, etc) mediante la adición de contratérminos en el lagrangiano recursivamente en la serie perturbativa. El método BPHZ permite renormalizar cada diagrama de Feynman de manera independiente, bien mediante recurrencias o directamente usando la fórmula de bosques de Zimmermann. Este método, aunque bien definido, es intrincado y, en un trabajo pionero, D. Kreimer observó que admite una reformulación extraordinariamente eficiente en términos de una estructura de álgebra de Hopf subyacente en el sistema de diagramas de Feynman, hasta entonces no identificada. Esta idea ha permitido por ejemplo calcular la función beta de la teoría ϕ^4 hasta 6 loops.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

// Exponer las ideas relativas a diagramas de Feynman y su renormalización sistemática mediante el método BPHZ // Exponer los aspectos básicos de álgebras de Hopf que se requieran posteriormente // Discutir la reformulación algebraica de Kreimer // Hacer una revisión de la bibliografía más directamente relacionada para ver el estado actual del tema

Bibliografía básica:

[1] J. Collins, Renormalization, Cambridge University Press, Cambridge, 1984. // [2] D. Kreimer, On the Hopf algebra structure of perturbative quantum field theories, Advances in Theoretical and Mathematical Physics 2 (1998) 303 // [3] D. Kreimer, Combinatorics of (perturbative) quantum field theory, Physics Reports 363 (2002) 387 // [4] A. Connes, D. Kreimer, Renormalization in quantum field theory and the Riemann-Hilbert problem. I: The Hopf algebra structure of graphs and the main theorem, Communications in Mathematical Physics 210 (2000) 249 // [5] D. Manchon, Hopf algebras, from basics to applications to renormalization, Comptes Rendus des Rencontres Mathématiques de Glanon 2001, 5th Mathematical Meeting of Glanon: Algebra, Geometry and Applications to Physics, <https://arxiv.org/abs/math/0408405> // [6] M. Borinsky, Feynman graph generation and calculations in the Hopf algebra of Feynman graphs, Computer Physics Communications 185 (2014) 3317-3330 // [7] M. V. Kompaniets, E. Panzer, Minimally subtracted six-loop renormalization of $O(n)$ -symmetric ϕ^4 theory and critical exponents, Physical Review D 96 (2017) 036016 https://golem.ph.utexas.edu/category/2008/10/hopf_algebraic_renormalization.html

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: LORENZO LUIS SALCEDO MORENO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Correo electrónico: salcedo@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: