UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 270-046-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estimaciones con métodos de Monte Carlo de integrales definidas a través de deformaciones infinitésimas del camino de integración en el plano complejo

Descripción general (resumen y metodología):

La definición de integral de una función a lo largo del eje real requiere que no existan polos en el camino de integración. Sin embargo, también en presencia de polos en el camino de integración, es posible definir integrales interpretándolas como integrales de contorno y deformando el camino de integración de una cantidad infinitésima épsilon por debajo o por arriba de los polos. En general, ese procedimiento, llamado prescripción i épsilon, produce resultados difíciles de estimar numéricamente utilizando métodos numéricos de integración como, por ejemplo, el método de Monte Carlo [1,2]. La razón es que, en el límite épsilon -> 0, el error de la integración numérica tiende a infinito.

Este problema se puede evitar observando que el valor de una integral en el campo complejo tan solo depende de los extremos de integración, así que es posible calcular la integral bajo estudio eligiendo un nuevo camino suficientemente alejado del eje real. Sin embargo, ese camino tiene que quedar en el dominio de analiticidad de la función, y eso no es siempre es fácil de conseguir.

En las referencias [3] y [4] se introduce un nuevo método que, en el caso de polos del primer orden, permite calcular numéricamente integrales definidas a través de la prescripción i épsilon manteniendo el camino original a lo largo del eje real. Utilizando esta estrategia es posible, por ejemplo, calcular numéricamente integrales que aparecen en estudios teóricos de Física de Partículas.

Después de un estudio bibliográfico, el alumno aplicará los conceptos aprendidos a casos concretos.

Eventualmente, se podría intentar extender el código numérico descrito en [3] y [4] a casos nuevos.

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

Objetivos planteados:

- Entender los conceptos básicos del método de Monte Carlo;
- Ser capaz de reproducir numéricamente resultados analíticos;

Bibliografía básica:

[1] S. Weinzierl, "Introduction to Monte Carlo methods", e-Print: hep-ph/0006269 [hep-ph].
https://doi.org/10.48550/arXiv.hep-ph/0006269

[2] R. Kleiss and R. Pittau, "Weight optimization in multichannel Monte Carlo", Comput.Phys.Commun. 83 (1994) 141-146.
https://doi.org/10.1016/0010-4655(94)90043-4

[3] R. Pittau and B. Webber, "Direct numerical evaluation of multi-loop integrals without contour deformation", Eur.Phys.J.C 82 (2022) 1, 55.
https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-10008-6

[4] R. Pittau, "Monte Carlo evaluation of divergent one-loop integrals without contour deformation", e-Print: 2404.14868 [hep-ph].
https://arxiv.org/pdf/2404.14868

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Tener o querer tener familiaridad con el FORTRAN90.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ROBERTO PITTAU

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: pittau@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: