



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: El formalismo de la integral de caminos

Descripción general (resumen y metodología):

El formalismo de la integral de caminos, introducido por Richard Feynman, proporciona una formulación alternativa de la mecánica cuántica y es también una herramienta esencial en la teoría cuántica de campos. Este enfoque conecta de manera profunda los principios variacionales de la mecánica clásica con los procesos cuánticos, utilizando herramientas del análisis funcional e integración sobre espacios de funciones. Además, permite una interpretación natural de la teoría cuántica en contextos como la teoría de campos a temperatura finita, donde la formulación euclídea revela conexiones notables con la mecánica estadística.

El trabajo consistirá en una exploración progresiva del formalismo, comenzando por sus fundamentos históricos y matemáticos, y culminando en su aplicación a la teoría cuántica de campos y su versión euclídea. La metodología será fundamentalmente teórica, basada en el estudio guiado de textos clásicos y modernos, complementado con cálculos ilustrativos y ejemplos sencillos. Se espera que el estudiante desarrolle una comprensión sólida del enfoque de integrales de camino, con énfasis en su estructura matemática y su utilidad física.

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

Objetivos planteados:

- Introducir el contexto histórico y conceptual del formalismo de integral de caminos.
- Comprender los fundamentos matemáticos del análisis funcional necesarios para formular integrales sobre espacios de funciones.
- Estudiar el principio de mínima acción en mecánica clásica y su relación con el enfoque de caminos en mecánica cuántica.
- Formular e interpretar la integral de caminos en mecánica cuántica para sistemas simples.
- Extender la formulación de caminos a teorías cuánticas de campos.
- Explorar la formulación euclídea del formalismo y su conexión con la mecánica estadística.
- Introducir la teoría de campos a temperatura finita como aplicación de la formulación euclídea.

Bibliografía básica:

1. R. P. Feynman & A. R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals, McGraw-Hill, 1965.
2. P. Ramond, Field Theory: A Modern Primer, Addison-Wesley, 1990.
3. S. Weinberg, The Quantum Theory of Fields, Vol. 1, Cambridge University Press, 1995.
4. L. H. Ryder, Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 2nd edition, 1996.
5. M. Maggiore, A Modern Introduction to Quantum Field Theory, Oxford University Press, 2005.
6. J. Zinn-Justin, Path Integrals in Quantum Mechanics, Oxford University Press, 2005.
7. M. Laine & A. Vuorinen, Basics of Thermal Field Theory, Springer, 2016.
8. A. Das, Field Theory: A Path Integral Approach, World Scientific, 3rd edition, 2019.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

- Se recomienda tener una base sólida en mecánica cuántica, tanto en su formulación de Schrödinger como en la de operadores.
- Es muy útil tener conocimientos previos de teoría cuántica de campos, al menos a nivel introductorio, aunque estos se reforzarán durante el trabajo. Se recomienda, por tanto, que el alumno haya cursado o esté cursando en paralelo la asignatura de Teoría de Campos y Partículas.
- Familiarizarse con conceptos básicos de análisis funcional y teoría de distribuciones facilitará la comprensión del marco matemático subyacente.
- El trabajo requiere una actitud activa en el estudio independiente de literatura especializada, así como un buen nivel de madurez matemática y física.
- Se recomienda mantener reuniones periódicas con los tutores para discutir los avances, resolver dudas conceptuales y afinar el enfoque del trabajo según los intereses del estudiante.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JOSÉ IGNACIO ILLANA CALERO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: jillana@ugr.es

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

Nombre y apellidos: JAVIER FUENTES MARTÍN

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: javier.fuentes@ugr.es

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: ANDRES OLIVERA DOMINGUEZ

Correo electrónico: srxandres@correo.ugr.es