UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-111-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Fundamentos de la teoría de cuerdas y física de las D-branas

Descripción general (resumen y metodología):

La teoría de cuerdas es una de las candidatas con más potencial para describir de una manera unificada todas las interacciones físicas fundamentales. En esta teoría se asumen como objetos fundamentales cuerdas extendidas unidimensionales, en lugar de partículas puntuales, y que definen una superficie (1+1)-dim en el espacio-tiempo [1, 2, 3, 4, 5]. En las formulaciones modernas de la teoría de cuerdas se incluyen asimismo objetos extendidos no-perturbativos conocidos como D-branas, con la propiedad de que las cuerdas abiertas tienen sus extremos sobre ellos: se trata de objetos dinámicos de gran relevancia en la correspondencia gauge/gravedad y en la física de partículas [6, 7].
El presente trabajo propone una inmersión en los cimientos matemáticos de la teoría de cuerdas, sus propiedades termodinámicas, así como la física de las D-branas. Se hará un estudio desde la partícula puntual relativista pasando por los objetos extensos (cuerdas), examinando cómo la consistencia cuántica y la presencia de condiciones de contorno dan lugar de manera natural a las D-branas.
El objetivo de este trabajo es que la/el estudiante se inicie en los aspectos más relevantes de la teoría de cuerdas y sus fundamentos. Las técnicas matemáticas a desarrollar son los métodos basados en la mecánica cuántica, la relatividad general y las teorías de gravedad en dimensiones extra.

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

Objetivos planteados:

Se abordarán los siguientes objetivos:
1. Estudio introductorio: Motivación de la teoría de cuerdas, y su impacto en la física moderna.
2. Cuerdas relativistas: Estudio de la acción de Nambu-Goto y la acción de Polyakov para cuerdas relativistas.
3. Dinámica de D-branas: Derivación de las condiciones de contorno de Dirichlet y Neumann, interpretando las D-branas como los subespacios donde las cuerdas abiertas tienen sus extremos.
4. Termodinámica de cuerdas y agujeros negros: Estudio de la función de partición de la cuerda bosónica abierta, y de su relación con la termodinámica de los agujeros negros.
5. Otros: Si el tiempo lo permite, se abordarán de manera introductoria otros aspectos de la teoría de cuerdas, en particular la dualidad-T [3], y los fundamentos de la correspondencia AdS/CFT [8, 9].

Bibliografía básica:

[1] “String Theory in a Nutshell”, E. Kiritsis, Princeton University Press, 2007.
[2] “String Theory”, D. Tong. Eprint arXiv: 0908.0333
[3] “A First Course in String Theory”, B. Zwiebach (2009), Cambridge University Press.
[4] “Basic concepts of String Theory”, R. Blumenhagen, D. Lüst, S. Theisen, Springer (2013).
[5] “String Theory and Particle Physics: An Introduction to String Phenomenology”, Ibáñez, L. E., & Uranga, A. M. (2012). Cambridge University Press.
[6] “TASI lectures on D-branes”, J. Polchinski, eprint arXiv:hep-th/9611050.
[7] “D-branes”, C. Johnson, Cambridge University Press (2003).
[8] “Gauge/gravity duality: Foundations and applications”, M. Ammon, J. Erdmenger, Cambridge University Press (2015).
[9] “Holography of linear dilaton spacetimes from the bottom up”, S. Fichet, E. Megías, M. Quirós, Phys. Rev. D 109 (2024) 10, 106011.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda que la/el estudiante curse las asignaturas "Relatividad General" y "Teoría de Campos y Partículas".

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: EUGENIO MEGÍAS FERNÁNDEZ

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

Correo electrónico: emegias@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: MAURICIO GARCIA SANCHEZ

Correo electrónico: mauriv1618@correo.ugr.es