



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Eugenio Megías Fernández
Departamento y Área de Conocimiento: Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear
Correo electrónico: emegias@ugr.es

Cotutor/a:
Departamento y Área de Conocimiento:
Correo electrónico:

Título del Trabajo: **Dinámica del radión: transición de fase y fondo estocástico de ondas gravitacionales**

Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
		2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
		3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

El Modelo Estándar de Partículas es muy exitoso en la descripción de los procesos físicos hasta energías de unos cuantos Tera-electronvoltios, que es la energía máxima alcanzada en los colisionadores de partículas actuales. No obstante, existen problemas tanto a nivel experimental (por ejemplo, la existencia de materia oscura) como teórico (el problema de las jerarquías, o el problema de desarrollar una teoría cuántica de la gravitación) que indican que el Modelo Estándar no puede ser la teoría fundamental última, sino que es una teoría efectiva que debe completarse a energías más altas.

En este trabajo se pretende estudiar un modelo con dimensiones extra, en el marco de las teorías que tratan de explicar la Física más allá del Modelo Estándar de Partículas. El modelo que se pretende estudiar estará formulado en 5 dimensiones, y constituirá una generalización del modelo de Randall-Sundrum [1]. Para cada tipo de campo: bosones gauge, fermiones, etc; esta clase de modelos predice estados nuevos con masas más grandes que las masas de las partículas conocidas hasta la fecha, y son los llamados modos de Kaluza-Klein. Aparte, predicen un nuevo campo, denominado radión [2], que es comunmente interpretado como el bosón de Goldstone de la rotura espontánea de la simetría conforme.

Este trabajo estará centrado en el estudio de la dinámica del radión. En particular, se calculará el potencial efectivo del radión y su masa, así como la transición de fase que dicho campo debió de experimentar en los primeros instantes del universo. Se estudiarán asimismo las características más significativas del fondo estocástico de ondas gravitacionales generado por la transición de fase, y se analizará la capacidad que tienen los interferómetros actuales o futuros de detectar dicho fondo estocástico.

Se recomienda que el alumno curse las asignaturas "*Relatividad General*" y "*Teoría de Campos y Partículas*".

Objetivos planteados:

Se estudiará un modelo en 5 dimensiones, como modificación del modelo de Randall-Sundrum, con dos branas: una brana ultravioleta, y una brana infrarroja; y con una rotura suave de la invariancia conforme. En particular, se estudiará:

1. El potencial efectivo del radión. Vendrá dado como generalización del potencial de Goldberger-Wise [3]. Se estudiará asimismo la masa del radión y su dependencia con los parámetros del modelo. Se obtendrán algunas fórmulas de masa que van a constituir una aproximación de la masa del radión cuando ésta sea pequeña [4].

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242736
almartin@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

2. La transición de fase del radión, desde una fase deconfinada a alta temperatura, a una fase confinada a baja temperatura. Para ello, se hará uso de una geometría de tipo agujero negro [5].

3. Se hará un estudio de los parámetros más relevantes de la transición de fase del radión: calor específico y tiempo de duración de la transición. En base a dichos parámetros, se hará una predicción de la intensidad y pico en frecuencia de la señal de ondas gravitacionales generada por la transición, y la capacidad de los interferómetros actuales o futuros de detectar dichas señales [6].

Metodología:

Las técnicas matemáticas a desarrollar son los métodos basados en las teorías de gravedad en dimensiones extra, con acoplamientos de diferentes campos. Para el estudio del radión, en el modelo de Randall-Sundrum se considerará el acoplamiento con un campo escalar, que dará lugar a una rotura espontánea de la simetría conforme. Dicha rotura estará controlada por un superpotencial, cuyo comportamiento cerca de la brana infrarroja será modelizado conveniente. El estudio de la transición de fase exigirá una resolución numérica de la ecuación de movimiento del radión. Se hará un estudio numérico y se comparará con ciertas aproximaciones analíticas, por ejemplo dentro de la aproximación de pared gruesa [7, 8]. Otros trabajos relacionados con el estudio propuesto en este TFG son [9, 10, 11, 12, 13].

Bibliografía:

- [1] “A large mass hierarchy from a small extra dimension”, L. Randall, R. Sundrum, Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 3370.
- [2] “Radion dynamics and electroweak physics”, C. Csaki, M.L. Graesser, G.D. Kribs, Phys. Rev. D63 (2001) 065002.
- [3] “Modulus stabilization with bulk fields”, W.D. Goldberger, M.B. Wise, Phys. Rev. Lett 83 (1999) 3922-4925.
- [4] “On dilatons and the LHC diphoton excess”, E. Megías, O. Pujolas, M. Quiros, JHEP 05 (2016) 137.
- [5] “Cosmological Phase Transitions in Warped Space: Gravitational Waves and Collider Signatures”, E. Megías, G. Nardini, M. Quirós, JHEP 09 (2018) 095.
- [6] “Detecting gravitational waves from cosmological phase transitions with LISA: an update”, C. Caprini, et al., JCAP 03 (2020) 024.
- [7] “A Perturbative RS I Cosmological Phase Transition”, D. Bunk, J. Hubisz, B. Jain, Eur. Phys. J. C78 (1) (2018) 78.
- [8] “Gravitational Imprints from Heavy Kaluza-Klein Resonances”, E. Megías, G. Nardini, M. Quiros, Phys. Rev. D102 (5) (2020) 055004.
- [9] “Randall-Sundrum models and the regularized AdS/CFT correspondence”, M. Pérez-Victoria, JHEP 05 (2001) 064.
- [10] “Gravitational Wave Production by Collisions: More Bubbles”, S. J. Huber, T. Konstantin, JCAP 0809 (2008) 022.
- [11] “Electroweak breaking on a soft wall”, A. Falkowski, M. Perez-Victoria, JHEP 0812 (2008) 107.
- [12] “Soft-wall stabilization”, J. Cabrer, G. Gersdorff, M. Quirós, New J. Phys. (2010) 065012.
- [13] “Suppressing electroweak precision observables in 5D warped models”, J. Cabrer, G. Gersdorff, M. Quirós, JHEP 05 (2011) 083.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a:

Granada, 16 de Mayo de 2022

Sello del Departamento

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242736
almartin@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias