



Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas

Responsable de tutorización: JAVIER ANTONIO OLMEDO NIETO

Correo electrónico: javolmedo@ugr.es

Departamento: DEPARTAMENTO DE FÍSICA TEÓRICA Y DEL COSMOS

Área de conocimiento: FÍSICA TEÓRICA

Responsable de cotutorización: MANUEL PÉREZ-VICTORIA MORENO DE BARREDA

Correo electrónico: mpv@ugr.es

Departamento: DEPARTAMENTO DE FÍSICA TEÓRICA Y DEL COSMOS

Área de conocimiento: FÍSICA TEÓRICA

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)

Estudiante que propone el trabajo: JOSÉ MANUEL MONTES ARMENTEROS

Título: ROBUSTEZ DEL ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO ENTRE PARES DE HAWKING

Número de créditos: 6 ECTS 12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

Uno de los resultados más celebrados en la física teórica moderna es el fenómeno demostrado por Hawking sobre el hecho de que los agujeros negros en realidad emiten radiación, y por tanto, se evaporan. Para ello, es necesario tener en cuenta campos cuánticos que se propagan en la cercanía del horizonte [1]. Sorprendentemente, este fenómeno se puede reproducir en el laboratorio, en modelos análogos de gravedad [2]. Recientemente, se ha estudiado en profundidad la robustez del entrelazamiento cuántico entre el modo de Hawking y su “pareja”, frente a las imperfecciones de los detectores y el ruido térmico del laboratorio [3], para un modelo de agujero negro análogo en medios dieléctricos [4]. Para ello, se adopta un formalismo adaptado a estados cuánticos gaussianos [5].

Actividades a desarrollar:

Las actividades a realizar incluyen una lectura de la bibliografía existente que sirva para poner en contexto el trabajo propuesto así como resultados más recientes sobre las propiedades de la radiación de Hawking en los modelos análogos de gravedad de las Refs. [1-4]. Se reproducirán los resultados de la Sección III de la Ref. [3], donde será necesario familiarizarse con conocimientos básicos de geometría diferencial avanzada, relatividad general, así como varias de las propiedades de los estados cuánticos gaussianos y entrelazamiento cuántico. Esto servirá para estudiar la robustez de la entropía de entrelazamiento (log-neg) frente a las imperfecciones y ruidos térmicos

del sistema experimental utilizando algunas herramientas numéricas como Python o Mathematica.

Objetivos planteados

1. Lectura de la bibliografía propuesta.
2. Alcanzar un dominio apropiado sobre las propiedades de los estados cuánticos gaussianos.
3. Aplicación del circuito cuántico propuesto en la Ref. [3] para la obtención de los modos de Hawking.
4. Cálculo de la entropía de entrelazamiento cuántico (log-neg).
5. Estudio de la robustez de la entropía de entrelazamiento frente a imperfecciones y ruido térmico.
6. Si la evolución del trabajo es apropiada, considerar otros estados gaussianos iniciales (estados “squeezed”, coherentes, etc.).

Bibliografía

- [1] N. Birrell and P. Davies, Quantum Fields in Curved Space, Cambridge Monographs on Mathematical Physics. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 2, 1984.
- [2] C. Barcelo, S. Liberati, and M. Visser, Living Rev. Rel. 8, 12 (2005).
- [3] A. J. Brady, I. Agullo, and D. Kranas, Phys. Rev. D 106, 105021 (2022).
- [4] M. F. Linder, R. Schützhold, and W. G. Unruh, Phys. Rev. D 93, 104010 (2016).
- [5] C. Weedbrook, S. Pirandola, R. García-Patrón, N. J. Cerf, T. C. Ralph, J. H. Shapiro, and S. Lloyd, Rev. Mod. Phys. 84, 621 (2012).

Firma del estudiante
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de tutorización
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En Granada, a de mayo de 2023