Análisis de geodésicas alrededor de un agujero negro de Kiselev considerando la expansión del tercer horizonte

Erick Johann Tite Larico[1] Rolando Moisés Perca Gonzales[2]

[1] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Naturales y Formales, Escuela Profesional de Física, Av. Independencia 552, Arequipa 04000, Perú.
ORCID: 0009-0007-9092-8695; Email: etitel@unsa.edu.pe.

[2] Departamento Académico de Física, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa 04004, Perú.
ORCID: 0000-0001-5734-7310; Email: rperca@unsa.edu.pe.

Resumen

Se analiza el comportamiento de las geodésicas alrededor de un agujero negro de Kiselev, el cual incluye la influencia de la quintaesencia caracterizada por w. El estudio se desarrolla para los casos $w = 0$, $w = -1/3$ y $w = -2/3$, con el propósito de determinar cómo los parámetros del sistema modifican la estructura del espacio-tiempo y, en consecuencia, las trayectorias de partículas y fotones.

A partir de la métrica del agujero negro de Kiselev rotante, se obtienen las ecuaciones que describen el movimiento geodésico y se analiza la estructura de los horizontes mediante la función radial $\Delta(r)$. Estos horizontes permiten establecer las regiones radialmente relevantes para el estudio físico de las trayectorias. Se emplean potenciales efectivos asociados al movimiento radial para caracterizar el comportamiento de las geodésicas y distinguir diferentes tipos de trayectorias.

Un aspecto particular del trabajo corresponde al caso $w = -2/3$, en el cual la estructura de los horizontes se hace mas compleja. Para este caso se considera una expansión aproximada de la posición del tercer horizonte, permitiendo incorporarlo como referencia en la delimitación de las regiones físicamente relevantes y en el análisis de las soluciones geodésicas. Esto permite estudiar cómo la presencia de dicho horizonte modifica el intervalo radial disponible para el movimiento.

Finalmente, se implementa un análisis numérico de las ecuaciones geodésicas, variando los parámetros asociados a la rotación y la intensidad de la quintaesencia. Los resultados permiten relacionar la estructura de los horizontes con las características de las trayectorias obtenidas. La validación del modelo se considera en el límite en que el parámetro de la quientaesencia tiende a cero, recuperándose el comportamiento correspondiente al agujero negro de Kerr. De esta manera, el trabajo contribuye al estudio de la dinámica de partículas y fotones en espacios-tiempo rodeado por la presencia de la quintaesencia.

Palabras clave: Agujeros Negros, Quintaesencia , geodésicas, estructura de horizonte, algoritmo Newman–Janis