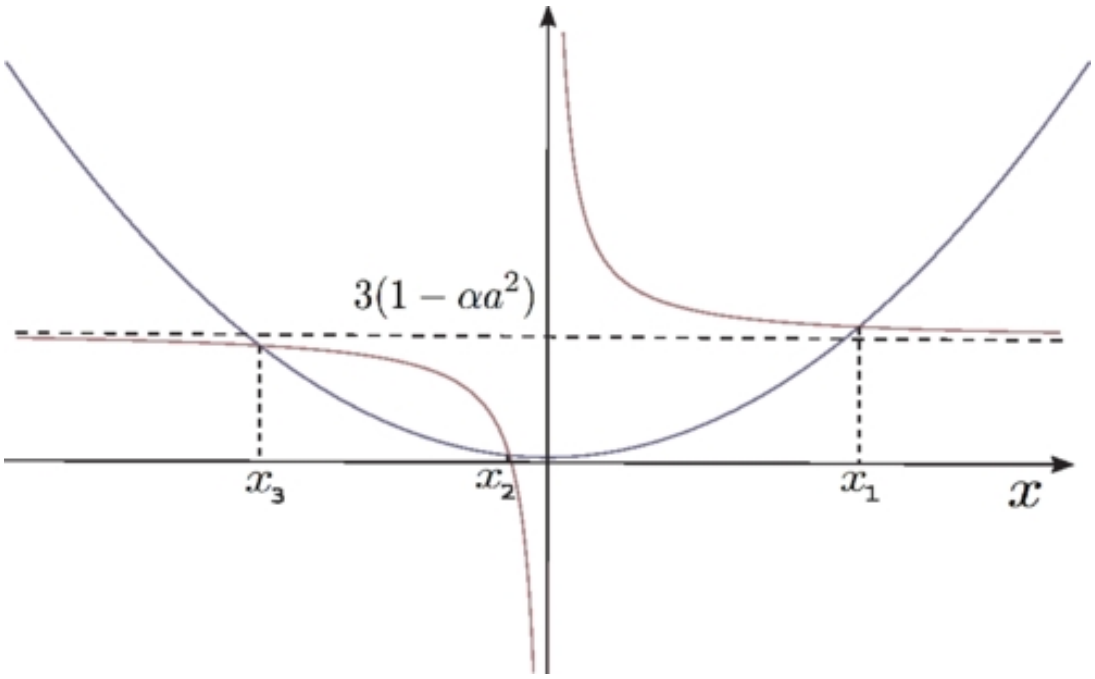
Investigadores del Laboratorio de Física Teórica del CECs presentan un nuevo agujero negro tridimensional que permite abordar de manera más general la determinación de las masas de estos objetos en presencia de materia.




La solución analítica que desarrollan los físicos del CECs fue recientemente publicada en *PHYSICAL REVIEW D*, y se enmarca en la línea de investigación de acoplamientos de materia a agujeros negros. En este estudio se consideró un acoplamiento conforme de un campo de spin 0, llamado “campo escalar” y de un campo de spin 1, conocido como “campo de gauge”, en espacio-tiempos con constante cosmológica negativa en tres dimensiones.

Marcela Cárdenas , estudiante de doctorado en el Laboratorio de Física del CECs bajo la guía de Cristián Martínez , señala que “este trabajo de investigación se realizó en el contexto de una teoría gravitacional en tres dimensiones, es decir que en principio es un ‘modelo de juguete’ porque no contiene las cuatro dimensiones conocidas del espacio-tiempo”. Modelos y soluciones en tres dimensiones espacio-temporales han sido muy útiles desde un punto de vista teórico, dado que pueden proporcionar sistemas más simples de analizar que sus análogos en cuatro dimensiones, y que a pesar de la reducción dimensional, aún capturan las propiedades físicas que se desean estudiar en cuatro dimensiones.

En el trabajo se reporta una “solución exacta de agujero negro en tres dimensiones” dotado de un campo escalar y un campo de gauge con “acoplamiento conforme”. Es decir, que “la gravedad” tiene adosada el campo de materia más sencillo (campo escalar) y carga eléctrica “donde la acción de materia” de la teoría tiene una simetría adicional que es la simetría conforme o invariante bajo cambios de escala, señala Marcela Cárdenas.

“Con ‘acoplamiento conforme’ se hace referencia al hecho que el tensor de energía-momentum de la materia tiene traza nula producto de la invariancia bajo transformaciones de escala del Lagrangiano de materia. Al introducir esta propiedad en el lagrangiano de los campos de materia, obtuvimos una familia de soluciones de agujero negro que está dotada de carga eléctrica y un campo escalar regular fuera del horizonte de eventos”, añade Óscar Fuentealba , físico teórico y estudiante de doctorado en el Laboratorio de Física del CECs.

Cabe destacar que el artículo contiene un análisis detallado del comportamiento del campo gravitacional y los campos de materia en la región que corresponde al infinito espacial, y de las condiciones de borde que permiten obtener las cargas conservadas de la solución, en este caso su masa y carga eléctrica. El efecto de las condiciones de borde sobre los campos de

materia en la masa ilustra lo que puede ocurrir en cuatro o más dimensiones.

Adicionalmente, el trabajo entrega un estudio de la termodinámica de este tipo de agujeros negros y se muestra explícitamente que las cargas conservadas de estos agujeros negros satisfacen la primera ley de la termodinámica.

---

Referencia: Cárdenas, M; Fuentealba, O.; Martínez, C. (2014): *Three-dimensional black holes with conformally coupled scalar and gauge fields*
Phys. Rev. D 90, 124072 – Published 24 December 2014 DOI: http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.90.124072