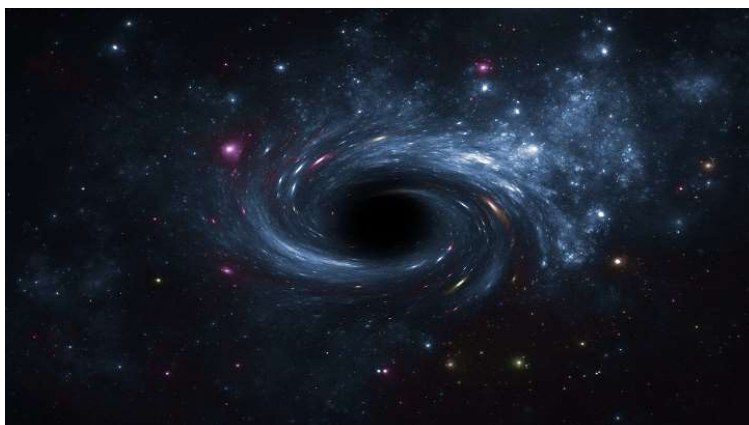


13/05/2022

A la recerca d'ones gravitacionals a partir de la formació de forats negres primordials



Els components de la matèria fosca continuen sent desconeguts, però els forats negres primordials i els productes d'evaporació són candidats interessants. Investigadors de l'IFAE i del King's College London han buscat traces d'aquests forats negres a les dades del detector d'ones gravitacionals. Aquestes traces no es van trobar, però s'espera que els detectors d'ones gravitacionals de propera generació puguin provar aquest escenari.

Istockphoto/Cappan

Tot i els enormes esforços experimentals, no sabem què constitueix la matèria fosca a l'Univers. Els forats negres formats a l'Univers primitiu a partir de grans fluctuacions quàntiques són un candidat interessant per a la matèria fosca. La possibilitat de l'existència d'aquests forats negres primordials va ser suggerida per Stephen Hawking el 1970, i el 1974 va demostrar que els forats negres perden massa en emetre partícules. El procés d'evaporació de Hawking implica que els forats negres primordials molt lleugers haurien desaparegut a dia d'avui. Tanmateix, l'evaporació d'aquests forats negres primordials de llum poc després de la seva formació a l'Univers primerenc pot haver generat matèria fosca o l'evaporació pot haver-se detingut al voltant de l'escala de Planck deixant relíquies estables que podrien constituir la matèria fosca.

L'abundància de forats negres primordials és limitada per diverses observacions astrofísiques. En una àmplia gamma de masses de forats negres primordials, la possibilitat

que constitueixin tota la matèria fosca s'exclou mitjançant cerques d'esdeveniments en què l'estrella objectiu es veu més brillant del que és habitual quan un forat negre passa entre nosaltres i l'estrella augmentant la seva brillantor a través de lents gravitacionals. Una altra limitació sorgeix de l'evaporació de Hawking: l'abundància de forats negres primordials més lleugers que els asteroides està restringida per la cerca de senyals electromagnètics que esperariem veure a partir de la seva evaporació.

L'abundància de forats negres primordials de massa d'asteroides continua sense restriccions. A més, no hi ha restriccions sobre l'existència de forats negres primordials molt lleugers que es van evaporar just després de la seva formació. Provar l'escenari on la matèria fosca consisteix en forats negres primordials de massa d'asteroides o productes d'evaporació de forats negres primordials molt lleugers és un desafiament. La forma més prometedora és a través de les firmes cosmològiques relacionades amb la formació de forats negres primordials.

La formació de forats negres primordials va acompanyada d'un fons d'ones gravitacionals que té un espectre particular. Si bé els senyals d'ones gravitacionals vistes fins ara pels detectors LIGO-Virgo són senyals transitoris de curta durada de fusions de forats negres o estrelles de neutrons, aquests experiments també poden provar el fons d'ones gravitacionals.

L'investigador Ville Vaskonen juntament amb els seus col·legues de l'Institut de Física d'Altes Energies i el King's College de Londres van fer recentment una cerca de traces d'ones gravitacionals de formació de forats negres primordials a les dades de LIGO-Virgo. La cerca no va mostrar evidència d'aquestes traces i va resultar en noves restriccions sobre l'amplitud de les fluctuacions quàntiques a l'Univers primitiu. A més, l'anàlisi va mostrar que en un futur proper els detectors LIGO-Virgo i el detector d'ones gravitacionals de propera generació anomenat Telescopi Einstein podran sondejar la formació de forats negres primordials de llum, provant així l'escenari on ells, o els seus productes d'evaporació, constitueixen la matèria fosca de l'Univers.

Ville Vaskonen

Institut de Física d'Altes Energies
Universitat Autònoma de Barcelona
vvaskonen@ifae.es

Referències

A. Romero-Rodriguez, M. Martinez, O. Pujolas, M. Sakellariadou, and V. Vaskonen, "Search for a Scalar Induced Stochastic Gravitational Wave Background in the Third LIGO-Virgo Observing Run", *Physical Review Letters*, vol. 128, p. 051301 (2022)
DOI: doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.051301

[View low-bandwidth version](#)