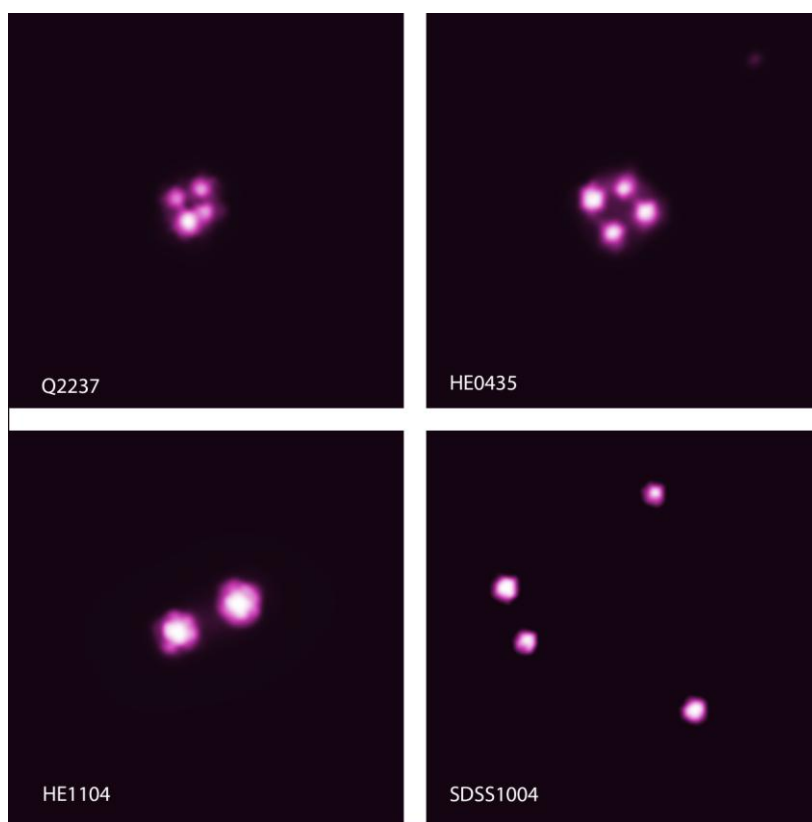


## VELOCITÀ DI ROTAZIONE DI BUCHI NERI SUPERMASSICCI

*Grazie ai dati X del satellite Chandra della NASA e al fenomeno delle lenti gravitazionali, è stato possibile misurare la velocità di rotazione di cinque buchi neri supermassicci, lontani e molto voraci. Per uno in particolare, l'emissione X proviene da una parte del disco che si trova a meno di 2.5 volte l'orizzonte degli eventi e la velocità del materiale raggiunge il 70 per cento della velocità della luce. Da MEDIA INAF del 5 luglio 2019 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Maura Sandri.*



Immagini a raggi X di quattro quasar del campione. Gli astronomi hanno usato Chandra per misurare la velocità di rotazione di cinque quasar, ognuno costituito da un buco nero supermassiccio che consuma rapidamente la materia da un disco di accrescimento circostante. La lente gravitazionale generata da una galassia interposta ha creato più immagini di ogni quasar, come mostrato in queste immagini. Crediti: NASA / CXC / Univ. di Oklahoma / X. Dai *et al.*

Come i vortici che si formano nell'oceano, i buchi neri che ruotano nello spazio cosmico generano intorno a loro un torrente vorticoso di gas e polvere, riscaldato a centinaia di milioni di gradi, che emette raggi X. Utilizzando i dati dell'osservatorio a raggi X Chandra della NASA, e grazie a fortunati allineamenti che si sono venuti a creare attraverso miliardi di anni luce, gli astronomi sono riusciti a implementare una nuova tecnica per misurare la rotazione di cinque buchi neri supermassicci, trovando risultati sorprendenti: in uno di questi vortici cosmici, la materia ruota attorno al suo buco nero a più del 70 per cento della velocità della luce.

Gli astronomi sono riusciti a compiere queste misure sfruttando le lenti gravitazionali: con il giusto allineamento, la curvatura dello spazio-tempo indotta da un oggetto massiccio lungo la linea di vista, come può essere una grande galassia interposta tra noi e ciò che stiamo osservando, può ingrandire e produrre più immagini dell'oggetto che vogliamo osservare, come previsto da Einstein.

Nello studio, pubblicato recentemente su *The Astrophysical Journal*, gli astronomi hanno usato i dati di Chandra e le lenti gravitazionali per studiare cinque quasar, ciascuno costituito da un buco nero supermassiccio che consuma rapidamente materia proveniente da un disco di accrescimento circostante. Il *lensing* gravitazionale della luce di ognuno di questi quasar da parte di una galassia interposta ha creato più immagini di ogni quasar, come mostrato nelle immagini di Chandra. Solo grazie all'eccezionale capacità di *imaging* di Chandra è stato possibile separare le immagini multiple e la lente di ogni quasar. Il principale progresso compiuto in questo lavoro consiste nel fatto di aver sfruttato il *microlensing*, per il quale le singole stelle nella galassia che proietta la lente gravitazionale contribuiscono ad amplificare la luce proveniente dal quasar. Un maggiore aumento della luminosità significa che l'emissione di raggi X è generata da una regione più piccola.

I ricercatori hanno quindi sfruttato la capacità di un buco nero rotante di trascinarsi lo spazio attorno e consentire alla materia di orbitare più vicino al buco nero stesso di quanto sia possibile a un buco nero che non ruoti. Pertanto, una regione di emissione più piccola, corrispondente a un'orbita più stretta, generalmente implica un buco nero che gira più rapidamente. Sfruttando il *microlensing* gravitazionale, gli autori sono arrivati alla conclusione che i raggi X provengono da una regione così piccola da comportare buchi neri che ruotano molto rapidamente.

In particolare, i risultati hanno mostrato che uno dei buchi neri, nel quasar con la lente chiamata Croce di Einstein (Q2237 nell'immagine), sta ruotando quasi alla massima velocità possibile, che corrisponde a una distanza pari all'orizzonte degli eventi, il punto di non ritorno del buco nero. Gli altri quattro buchi neri del campione ruotano, in media, a circa metà della velocità della luce. Per la Croce di Einstein, l'emissione di raggi X proviene da una parte del disco che si trova a meno di 2.5 volte la dimensione dell'orizzonte degli eventi, e per gli altri quattro quasar i raggi X provengono da una regione da quattro a cinque volte la dimensione dell'orizzonte degli eventi.

Come fanno questi oggetti a ruotare così velocemente? I ricercatori pensano che questi buchi neri supermassicci probabilmente siano cresciuti accumulando la maggior parte del materiale, nell'arco di miliardi di anni, da un disco di accrescimento che ruota con un orientamento e una direzione di rotazione molto simili, piuttosto che da direzioni casuali. Come una giostra che continua a essere spinta nella stessa direzione, i buchi neri continuano a prendere velocità.

I raggi X rilevati da Chandra vengono prodotti quando il disco di accrescimento che circonda il buco nero crea una nube di milioni di gradi – chiamata anche corona – sopra il disco, vicino al buco nero. I raggi X emessi dalla corona si riflettono sul bordo interno del disco di accrescimento e le forti forze gravitazionali vicino al buco nero distorcono lo spettro dei raggi X riflessi, ossia la quantità di raggi X osservati a diverse energie. Le grandi distorsioni osservate negli spettri a raggi X dei cinque quasar studiati implicano che il bordo interno del disco deve essere vicino ai buchi neri, fornendo ulteriori prove del fatto che devono girare rapidamente.

I quasar si trovano a distanze che vanno da 9.8 miliardi a 10.9 miliardi di anni luce dalla Terra, e i buchi neri hanno masse tra i 160 e i 500 milioni di volte quella del Sole. Queste osservazioni sono state le più lunghe mai realizzate con Chandra di quasar con lente gravitazionale, con tempi di esposizione totali compresi tra 1.7 e 5.4 giorni.

**Maura Sandri**

<https://www.media.inaf.it/2019/07/05/cinque-quasar-chandra/>

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/chandra/images/x-rays-spot-spinning-black-holes-across-cosmic-sea.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/images/x-rays-spot-spinning-black-holes-across-cosmic-sea.html)

Xinyu Dai, Shaun Steele, Eduardo Guerras, Christopher W. Morgan e Bin Chen, "Constraining Quasar Relativistic Reflection Regions and Spins with Microlensing", *The Astrophysical Journal*, <https://arxiv.org/pdf/1901.06007.pdf>

