

I BUCHI NERI (1/2)

Un po' di storia

Inghilterra, 1685: Isaac Newton ipotizza che un'unica forza universale sia responsabile della caduta degli oggetti e del moto dei pianeti. La chiama gravità. Per sfuggire all'attrazione gravitazionale della Terra è necessaria una velocità di fuga di circa 40.000 km/h.

Inghilterra, 1783: il reverendo John Michell ipotizza, sulla base delle leggi di Newton, che la velocità di fuga di una stella molto più massiccia e compressa del Sole possa superare la velocità della luce. Neanche la luce, quindi, può sfuggire al campo gravitazionale di questi oggetti che Michell chiama "stelle nere".

Francia, 1797: lo scienziato e matematico Pierre Simon de Laplace offre la dimostrazione matematica dell'esistenza delle stelle nere di Michell, che Laplace chiama oggetti invisibili.

Svizzera, 1915: Albert Einstein formula la teoria della Relatività Generale, che descrive lo spazio e il tempo come un unico oggetto quadridimensionale curvo. La gravità non è una forza a distanza ma una deformazione dello spaziotempo creata da un oggetto massiccio.

Germania, 1916: il fisico Karl Schwarzschild determina una particolare soluzione delle equazioni di Einstein della Relatività Generale, in grado di descrivere il campo gravitazionale degli oggetti che oggi chiamiamo buchi neri.

Brasile, 1919 l'astrofisico inglese Arthur Eddington conferma le predizioni della Relatività Generale verificando durante un'eclissi totale di Sole che il cammino dei raggi luminosi delle stelle è deviata dalla gravità del Sole.

Germania, 1958: basandosi sulla soluzione di Schwarzschild, il fisico David Finkelstein prevede che una porzione dello spaziotempo possa deformarsi al punto da creare un pozzo gravitazionale al quale nessun oggetto può sfuggire.

USA 1963: Il matematico neozelandese Roy Kerr estende la soluzione di Schwarzschild al caso di un oggetto massiccio in rotazione

USA, 1967: riferendosi al pozzo di Finkelstein e alla soluzione di Schwarzschild, il fisico John Wheeler conia durante una conferenza a New York, il termine buco nero.

Inghilterra, 1975: applicando la meccanica quantistica e la termodinamica, Stephen Hawking e Jacob Bekenstein mostrano che, irradiando lentamente energia, i buchi neri non sono del tutto "neri". È la nascita della dibattuta radiazione di Hawking.

USA-Europa 2016: gli scienziati della collaborazione LIGO-VIRGO rivelano per la prima volta le onde gravitazionali, fornendo la prima evidenza diretta dell'esistenza dei buchi neri, e aprendo così la strada al loro studio dettagliato

I BUCHI NERI (2/2)

Che cosa sono

Il buco nero è una possibile fase finale nell'evoluzione di una stella di grande massa. Esaurito il combustibile che alimenta le reazioni nucleari, anche la pressione interna della stella diminuisce e l'attrazione gravitazionale tra le sue parti prende il sopravvento. La stella collassa riducendo rapidamente il suo diametro e concentrando tutta la sua massa in un volume di molto inferiore a quello della stella originale. Può ad esempio trasformarsi in una stella di neutroni, il cui raggio è di una decina di km. Ma se la massa iniziale è molto grande, il nucleo stellare può collassare e formare un buco nero. In questo nuovo oggetto la densità della materia è tale da dare luogo a una forza gravitazionale enorme, capace di attrarre qualunque oggetto si trovi entro un limite chiamato orizzonte degli eventi. Fagocitando la materia circostante, i buchi neri possono raggiungere masse anche superiori a un miliardo di volte la massa del Sole.

Previsti dalla Relatività Generale

La teoria della relatività generale di Einstein descrive lo spazio e il tempo come un unico oggetto quadridimensionale curvo e la gravità come una deformazione dello spaziotempo creata dalla presenza di masse. La teoria porta a far prevedere l'esistenza dei buchi neri descrivendoli come veri e propri piú che strappi nella struttura quadridimensionale dello spaziotempo, dovuti alla deformazione provocata da un oggetto di massa enorme. L'orizzonte degli eventi di un buco nero segna quindi il limite di una curvatura tanto pronunciata da rappresentare un punto di non ritorno, oltre il quale non è piú possibile spiegare il mondo fisico con le leggi oggi conosciute.

Vedere un buco nero

Poiché la luce non può emergere da un buco nero, questo è di fatto un oggetto invisibile. I movimenti di stelle e gas nello spazio circostante sono però preziosi indizi della sua presenza, così come la materia fagocitata al suo interno. Prima che questo accada, la materia ruota intorno al buco nero formando un disco piatto chiamato disco di accrescimento e perdendo energia tramite l'emissione di varie forme di luce, fra cui i raggi X. In questo modo, nel 1971 gli astronomi hanno potuto identificare nella nostra Galassia il sistema binario Cygnus X-1 composto da una stella gigante blu e un buco nero. Ma sistemi binari di buchi neri rotanti possono essere rivelati anche quando collassano l'uno sull'altro, fondendosi in un unico oggetto. Durante questo processo lo spaziotempo subisce una perturbazione che arriva fino a noi sotto forma di onde gravitazionali.

Che cosa non sappiamo

Nessuno sa spiegare che cosa accade quando gli oggetti attraversano l'orizzonte degli eventi, ma i buchi neri danno ai fisici l'opportunità di testare la relatività generale in condizioni di campi gravitazionali estremi. Un aspetto misterioso dei buchi neri, da decenni oggetto di dibattito, si deve a uno studio di Stephen Hawking del 1975 secondo il quale i buchi neri irradierebbero energia, la

radiazione di Hawking. Oltre a contraddire la stessa relatività generale, secondo la quale da un buco nero nulla può sfuggire, irradiando energia il buco nero sarebbe destinato a evaporare fino a scomparire. Se le informazioni contenute al suo interno sparissero con lui sarebbe contraddetta anche la meccanica quantistica, che ne prevede la conservazione. È quello che i fisici chiamano “paradosso dell’informazione”.