

Scintille di Scienza

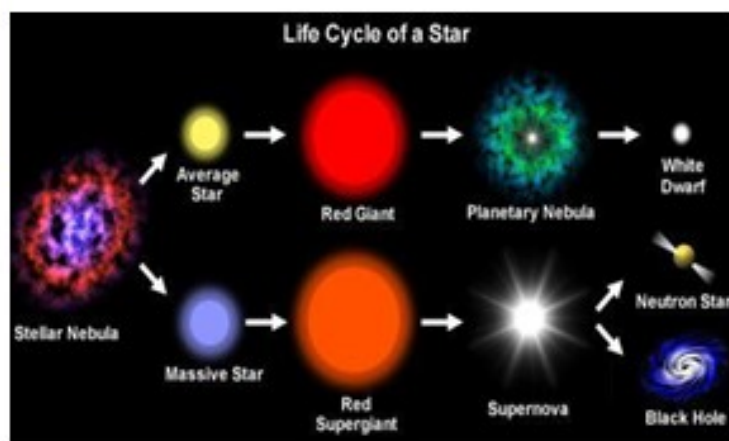


COS'E' UN BUCO NERO

<https://lascaladelleidee.aitervista.org/buco-nero-cose-e-cosa-non-e-spiegazione/>

Come si forma?

Secondo le teorie più accreditate, i buchi neri sono il risultato dell'ultima grande esplosione con cui si spegne la vita di una stella di massa molto grande, trasformata in supernova. Dopo l'esplosione, la supernova si trasforma in una stella di neutroni. Ma nel caso delle stelle di massa particolarmente grande, l'agglomerato di neutroni è destinato a collassare. Questo collasso è detto «gravitazionale», in quanto la forza di gravità innescava una contrazione progressiva della materia che si traduce nella formazione del buco nero.



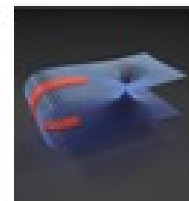
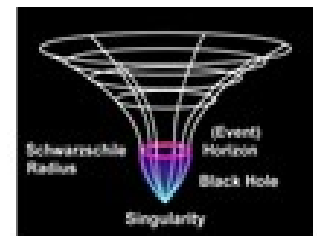
Che fine fa la materia inghiottita?



Come nascono i cunicoli?

no? Una delle risposte è connessa all'esistenza di una sorta di cunicoli o addirittura «ponti» spazio-temporali, come li battezzarono Einstein e il suo assistente Nathan Rosen nel 1935: Questi, detti «wormhole», collegano fra loro in modo quasi istantaneo due buchi neri di uno stesso universo o di universi diversi.

La loro esistenza potrebbe risalire addirittura alle prime fasi di vita del nostro universo. Alcuni studiosi, infatti, sostengono che siano il residuo delle connessioni che congiungevano il nostro universo con gli altri, durante la fase dell'improvvisa inflazione che si scatenò dopo il Big Bang [vedi



IL BUCO NERO PIU' VICINO

Il buco nero più vicino è a 1.011 anni luce di distanza.

E si trova nel sistema solare chiamato HR 6819.

Era nascosto in orbita con altre due stelle, visibili anche ad occhio nudo.

È dagli anni '80 che gli scienziati stanno studiando questo sistema, ma quest'inverno ne ha rivelato un grande segreto. Questo particolare buco nero è considerato relativamente piccolo. Ma nonostante ciò, la sua massa è quattro volte più grande del nostro Sole, ed è 2.500 anni luce più vicino alla Terra rispetto al prossimo buco nero.

ANNO LUCE

Perché misuriamo in anni luce

Misurare in anni luce è fondamentale per poter ottenere delle misurazioni plausibili nell'Universo, i chilometri infatti sono troppo 'piccoli', per questo si è deciso di utilizzare la distanza che la luce percorre in un anno.

In particolare, per quanto riguarda le distanze all'interno della Via Lattea e oltre, gli astronomi utilizzano le distanze in anni luce.

Questa unità di misura ci permette dunque di capire quanto un oggetto sia distante dal nostro pianeta. Dire dunque che il buco nero dista a 56 milioni di anni luce da noi, significa dire che 56 milioni di anni fa era lì, dove noi oggi l'abbiamo fotografato e reso pubblico, cambiando per sempre la storia della scienza

5

IL BUCO NERO PIU' VICINO

. Ad esempio, se dovessimo realizzare un modello in cui la distanza della Terra dal Sole fosse di soli 0,12 cm si dovrebbero percorrere circa 6,4 km per raggiungere questo buco nero.

Ma la nostra galassia, la Via Lattea, è larga circa 100.000 anni luce. Quindi, a confronto, la distanza di 1.011 anni luce non è così lunga.

Ma prima di saltare dentro questo gigante nero, dovresti capire che un viaggio verso un oggetto così pericoloso come un buco nero è un biglietto di sola andata..

6

parliamo ora del Buco nero M87



Le prime foto di un buco nero sono diventate un video.

La sequenza di fotogrammi mostra come l'ambiente che circonda il buco nero supermassivo al centro della galassia M87, distante 55 milioni di anni luce, cambia nel corso degli anni mentre la sua gravità muove il materiale che lo circonda, generando un vortice costante.

Il risultato, pubblicato sull'*Astrophysical Journal* e ripreso da *Nature* sul suo sito, si deve ai ricercatori dell'università americana di Harvard guidati dal radioastronomo Maciek Wielgus. ⁷

M87

Il video mostra una macchia di luce irregolare che crea un vortice attorno al buco nero,

Per ottenerlo la collaborazione europea Event Horizon Telescope (Eht), che per prima ha ottenuto la foto grazie alla ricerca finanziata dalla Commissione Europea, ha sfruttato la sua rete di osservatori in tutto il mondo per ottenere una serie di immagini nel periodo compreso fra il 2009 e il 2017.



Ha quindi utilizzato un modello matematico per confrontare l'immagine più celebre, quella pubblicata del 2019, quelle ottenute in precedenza, in modo da ricostruire l'evoluzione dell'ambiente che circonda il buco nero ⁸

M87



Il risultato fornisce agli astronomi una profonda comprensione del comportamento dei buchi neri: "poiché il flusso di materia che cade su un buco nero è turbolento, possiamo vedere che l'anello oscilla con il tempo", rileva Wielgus.

L'immagine del buco nero, catturata dalla collaborazione Eht era stata ottenuta combinando i segnali in radiofrequenza raccolti nell'aprile 2017 dagli osservatori basati a Terra.

L'obiettivo di Wielgus era ri analizzare i dati raccolti in precedenza dai telescopi, usando l'immagine del 2017 come guida.

9

M87

.

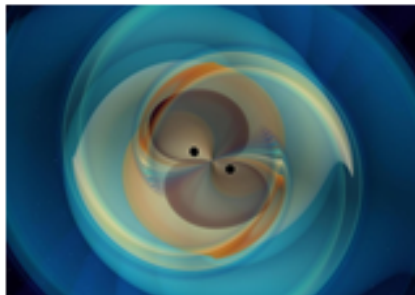
I dati più vecchi consistevano in quattro lotti, raccolti nel 2009, 2011, 2012 e 2013, due dei quali non erano stati pubblicati.

"In una certa misura sono stati dimenticati perché tutti erano estremamente entusiasti dei dati del 2017", afferma Wielgus.

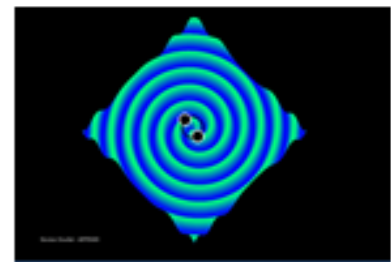
I dati raccolti dal 2009 al 2013 non avevano una risoluzione sufficiente per produrre immagini, ma il gruppo di ricerca è stato in grado di generarle combinando i dati disponibili con un modello matematico basato sui dati del 2017

10

FUSIONE



Osservato per la prima volta un buco nero di massa intermedia: fa parte di una nuova e inaspettata popolazione di buchi neri, anello mancante nell'evoluzione di questi oggetti cosmici, a lungo sfuggito agli astronomi.



È stato scoperto grazie al segnale di onde gravitazionali catturato dai rivelatori Advanced Virgo, dell'Osservatorio Gravitazionale Europeo (Ego), al quale l'Italia collabora con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Infn), e dai due interferometri di Advanced Ligo, negli Stati Uniti. La scoperta è pubblicata sulle riviste Physical Review Letters e Astrophysical Journal Letters.

11

<https://thumbs.gfycat.com/DelectablePlushFirefly-mobile.mp4>

INTERFEROMETRO

Il buco nero ha la massa pari a 142 volte quella del Sole ed è nato dalla fusione di due buchi neri che hanno la massa pari a 66 e 85 masse solari.

I fisici hanno identificato la fusione dei due oggetti cosmici rilevando le onde gravitazionali, increspature nel tessuto dello spazio-tempo, prodotte nei momenti finali della fusione.

Il segnale, chiamato GW190521, era stata rivelato dai tre interferometri della rete globale il 21 maggio 2019.

"Le osservazioni di Virgo e Ligo stanno facendo luce sull'universo oscuro e stanno definendo un nuovo paesaggio cosmico e ancora una volta annunciamo una scoperta senza precedenti", osserva Giovanni Losurdo, responsabile della collaborazione internazionale Virgo.

12

FUSIONE

"Il segnale osservato è molto complesso - spiega Viviana Fafone, dell'Università e della Sezione Infn di Roma Tor Vergata e responsabile nazionale della Collaborazione Virgo - ed è stato osservato solo per un breve periodo: circa 0,1 secondi".

Tuttavia, aggiunge il breve "cinguettio" dell'onda, attentamente analizzato, ha rivelato una grande quantità di informazioni sulle diverse fasi di questa fusione, come le masse da record dei buchi neri coinvolti".

Un aspetto cruciale che ha attirato l'attenzione degli astrofisici è che il buco nero risultante appartiene alla classe dei "buchi neri di massa intermedia", la cui massa è compresa tra 100 e centinaia di migliaia di volte la massa del Sole.

13

L'interesse per questa popolazione di buchi neri è legato a uno dei puzzle più affascinanti e stimolanti per astrofisici e cosmologi: come si formano i buchi neri supermassicci, ossia giganti milioni di volte più pesanti del Sole, che spesso si trovano al centro delle galassie.

Fra le ipotesi in campo vi è che nascano proprio da buchi neri di massa intermedia.

FUSIONE



NASA E BUCHI NERI

la collaborazione internazionale "Event Horizon Telescope" composta da oltre duecento scienziati ha ottenuto la prima, storica immagine di un buco nero. Nello specifico, quella del mostruoso buco nero supermassiccio – con una massa da **6,5 miliardi di soli** – sito nel cuore della galassia Virgo A/Messier 87 (M87), a **60 milioni** di anni luce dalla Terra.



15

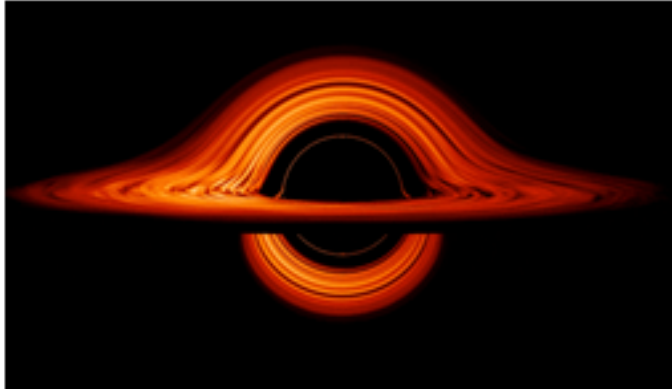
NASA E BUCHI NERI

Nonostante la "potenza di fuoco" usata dagli scienziati per "immortalarlo", ovvero otto potentissimi radiotelescopi dislocati in tutto il mondo che hanno raccolto diecimila Terabyte di dati stipati in migliaia di hard disk, il risultato finale, per quanto straordinario, è risultato un po' sfocato.



16

NASA E BUCHI NERI

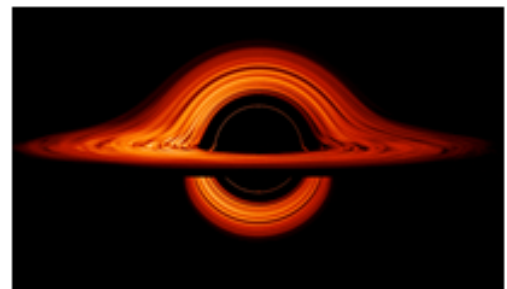
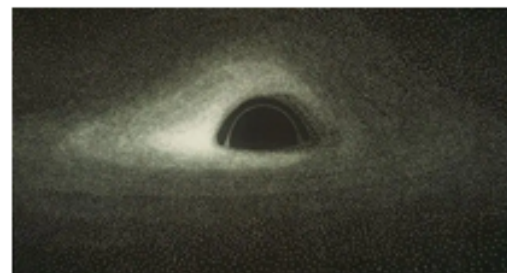


La NASA, tuttavia, basandosi sugli studi e sul risultato ottenuto dall'Event Horizon Telescope, ha deciso di "anticipare i tempi" realizzando una nuova fantastica animazione (una GIF) che mostra dettagliatamente come dovremmo vedere un buco nero supermassiccio all'opera, in una ripresa ad alta risoluzione. /

17

NASA E BUCHI NERI

Il risultato, naturalmente, ricorda da vicino quello della foto anche sotto il profilo dei colori, mentre la dinamica è la stessa determinata sin dalla primissima simulazione di un buco nero, quella ottenuta 40 anni fa dall'astrofisico francese Jean-Pierre Luminet grazie a un computer IBM 7040.

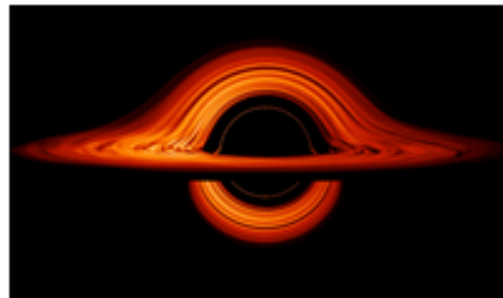
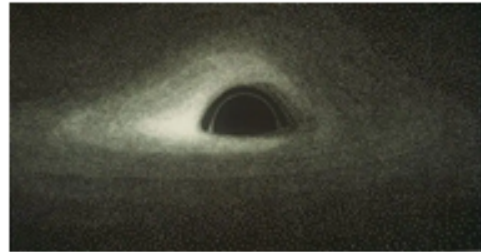


18

NASA E BUCHI NERI

In parole semplici, possiamo osservare una sfera nera al centro (il buco nero vero e proprio) contornato da un "anello fotonico" e dal disco di accrescimento.

Il confine tra queste aree è l'orizzonte degli eventi, dove l'attrazione gravitazionale risulta talmente potente da piegare lo spazio-tempo e impedire la fuga di qualsivoglia particella elettromagnetica, come raggi X, luce e onde



19

NASA e M87

Com'è fatto un buco nero: cosa sono la luce e il buio che vediamo nella foto

La prima foto di un buco nero ci mostra un cerchio di luce e uno spazio nero al suo interno, ma cosa sono?

Gli esperti ci spiegano nel dettaglio cosa sono le varie parti che vediamo nello scatto storico che mostra un buco nero a 56 milioni di anni luce da noi e che, da oggi, cambia completamente il futuro della scienza



20

NASA E M87

L'anello fotonico attorno al buco nero è costituito da anelli di luce sempre più deboli separati da striature nere, che si formano a causa delle differenti velocità dei gas e di nodi luminosi che si generano e dissolvono continuamente, sotto la spinta della devastante attrazione gravitazionale che distorce i campi magnetici.



"Simulazioni e animazioni come queste ci aiutano davvero a visualizzare cosa intendeva Einstein quando ha affermato che la gravità deforma il tessuto dello spazio e del tempo", ha spiegato sul sito della NASA l'autore dell'animazione Jeremy Schnittman

22

NASA e M87

Com'è fatto un buco nero: cosa sono la luce e il buio nella foto

Dall'animazione della NASA si possono ottenere ulteriori, interessanti informazioni. La componente luminosa che osserviamo è il materiale che il buco nero supermassiccio sta divorando, risucchiato dall'attrazione gravitazionale. A causa del fortissimo attrito



(i gas più vicini viaggiano a velocità prossime a quelle della luce) questo materiale si "accende", generando la radiazione che possiamo intercettare con gli strumenti dalla Terra.

Osservando il buco nero dal lato in cui il gas si muove verso di noi lo vedremo più luminoso rispetto all'altro; come spiegato dalla NASA, un effetto della Teoria della relatività di Einstein.

21

NASA E BUCHI NERI

Come spiega Ciriaco Godd, dell'Università di Nijmegen e Leiden in Olanda, l'immagine ottenuta è consistente con l'ombra di un buco nero rotante, detto 'Buco nero di Kerr' e mostra un anello con un disco oscuro al centro e una emissione asimmetrica intorno



.Le dimensioni angolari, spiega, ci fanno capire che si tratta di una massa che è circa sette miliardi di volte più grande del Sole. eventi. Il suo aspetto è dovuto al plasma che viene 'inghiottito' e quindi scompare

23

NASA E BUCHI NERI

Per quanto riguarda l'asimmetria nell'anello invece gli esperti la spiegano come un effetto relativistico, un **Doppler beaming o Doppler boosting**, cioè quando un plasma si muove a velocità che raggiungono quasi quelle della luce in rotazione intorno ad un buco nero, si amplifica l'emissione del plasma che si muove nella nostra direzione.

E il disco scuro al suo interno, al centro, individua l'orizzonte degli eventi



24

NASA E BUCHI NERI

Perché i buchi neri sono fatti così

Un buco nero è un oggetto cosmico molto compresso che contiene una quantità enorme di massa all'interno di una regione che è però minuscola, questo fa sì che la sua presenza influenzi in modo estremo l'ambiente che lo circonda al punto da deformare lo spazio-tempo e surriscaldare qualsiasi materiale circostante.

I buchi neri sono dunque circondati da materia, plasma incandescente, che viene inghiottita fino a scomparire nell'orizzonte degli eventi, mentre un'altra parte di materiali viene espulsa a velocità relativistica, cioè alla velocità della luce, in potentissimi jet di materia: questo dà vita alla cosiddetta 'emissione di sincrotrone'.

25

NASA E BUCHI NERI



Un buco nero come se lo aspettavano gli scienziati

Considerato il buco nero come immerso in una regione luminosa, quindi il disco di gas incandescente, gli esperti si aspettano che crei una regione oscura che è simile ad un'ombra; qualcosa di previsto dallo stesso Einstein e che non era mai stato osservato prima.

Quest'ombra, nello specifico, è causata dalla distorsione o curvatura gravitazionale e dalla cattura della luce dall'orizzonte degli eventi e rivela molto sulla natura dei buchi neri

26

NASA E BUCHI NERI



Cosa succede quando un buco nero disintegra una stella?

<https://www.youtube.com/watch?v=rM8D8IG2vhM>

<https://www.youtube.com/watch?v=6fp4QjDRh7w>

La Nasa ha diffuso questa simulazione di un buco nero enorme (molto più grande del Sole) situato 290 milioni di anni luce da noi. Sullo sfondo c'è una stella che viene completamente disintegrata a poco a poco. Cosa succede quando una stella è consumata da un buco nero? La distruzione provoca la reazione di una fiammata di raggi x e gamma che può durare per migliaia di anni.

L'animazione della Nasa si è basata sulla scoperta di un team di scienziati che ha rilevato una perturbazione chiamata asassn-14 li, registrata con i telescopi vicino alla galassia pgc 043234.

27

Teoria della Relatività di Einstein per la prima volta verificata in prossimità di un buco nero

Il buco nero **supermassiccio** che si trova nel cuore della Via Lattea, infatti, è a 26mila anni luce dalla Terra (per fortuna) ed è coperto da una fitta coltre di polveri e gas. Attorno a Sagittarius A*, che ha una massa stimata di 4 milioni di soli, orbitano stelle a una velocità pazzesca a causa della sua tremenda forza gravitazionale.



28

Teoria della Relatività di Einstein per la prima volta verificata in prossimità di un buco nero

Genzel e colleghi hanno messo nel mirino la **stella S**, che nel maggio 2018, a una velocità impressionante di 25 milioni di chilometri orari (il 3 per cento di quella della luce) è sfrecciata ad **'appena'** 20 miliardi di chilometri di distanza dal buco nero.



Anche se può sembrare una distanza enorme, pari a numerose volte quella che separa la Terra da Saturno, quando c'è di mezzo un 'mostro' come un buco nero supermassiccio si tratta di un valore ristretto.

29

Teoria della Relatività di Einstein per la prima volta verificata in prossimità di un buco nero

Grazie a sensibilissimi strumenti equipaggiati sul Very Large Telescope dell'Osservatorio Europeo Australe, in Cile, un team di ricerca internazionale ha per la prima volta confermato la Teoria della Relatività generale di Einstein vicino a un buco nero.



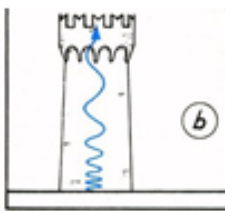
Hanno osservato lo spostamento verso il rosso della luce di una stella 'stirata' dalla forza gravitazionale di Sagittarius A*, il cuore di tenebra della Via Lattea.

30

Teoria della Relatività di Einstein per la prima volta verificata in prossimità di un buco nero

L'analisi di una stella in orbita attorno al buco nero supermassiccio al centro della Via Lattea, Sagittarius A*, ha confermato quanto previsto dalla Teoria della relatività generale di Albert Einstein.

E' la prima volta gli scienziati riescono a verificare la teoria elaborata cento anni fa dal genio tedesco (naturalizzato americano) in un contesto sperimentale così estremo e affascinante. Ma cosa hanno osservato esattamente gli scienziati?



La gravità "*stira*" le radiazioni elettromagnetiche allungandone le onde e riducendone la frequenza d'emissione (come nella semplificazione a lato).

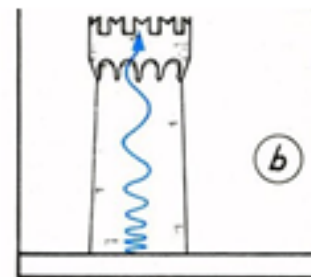
Il colore della stella varia dal blu al rosso e viceversa durante il passaggio in prossimità del buco nero.

31

Teoria della Relatività di Einstein per la prima volta verificata in prossimità di un buco nero

In parole semplici, le misurazioni effettuate con strumenti sofisticatissimi equipaggiati sul Very Large Telescope dell'Osservatorio Europeo Australe, in Cile, hanno rilevato un effetto chiamato spostamento verso il rosso (redshift) gravitazionale, dovuto alla devastante forza gravitazionale del buco nero che ha '*stirato*' la luce della stella a lunghezze d'onda maggiori, verso l'estremità rossa dello spettro elettromagnetico.

Questo effetto è proprio ciò che prevede la Teoria della relatività generale formulata da Einstein, ed è legato alla modifica dello 'spazio' nel quale si muove la stella (la famosa curvatura dello spazio-tempo)



32