Come muore un buco nero e cosa ne rimane: l’hard disk cosmico a 7 dimensioni

I buchi neri sono da sempre considerati i divoratori inarrestabili del nostro universo, entità così dense e gravitazionalmente potenti da non lasciar sfuggire nulla, nemmeno la luce. Eppure, la fisica moderna ci insegna che nulla è per sempre. Negli anni ’70, il celebre fisico **Stephen Hawking** ha dimostrato, calcoli alla mano, che i buchi neri non sono del tutto “neri”: essi emettono lentamente radiazione, si restringono e, teoricamente, evaporano fino a scomparire del tutto.

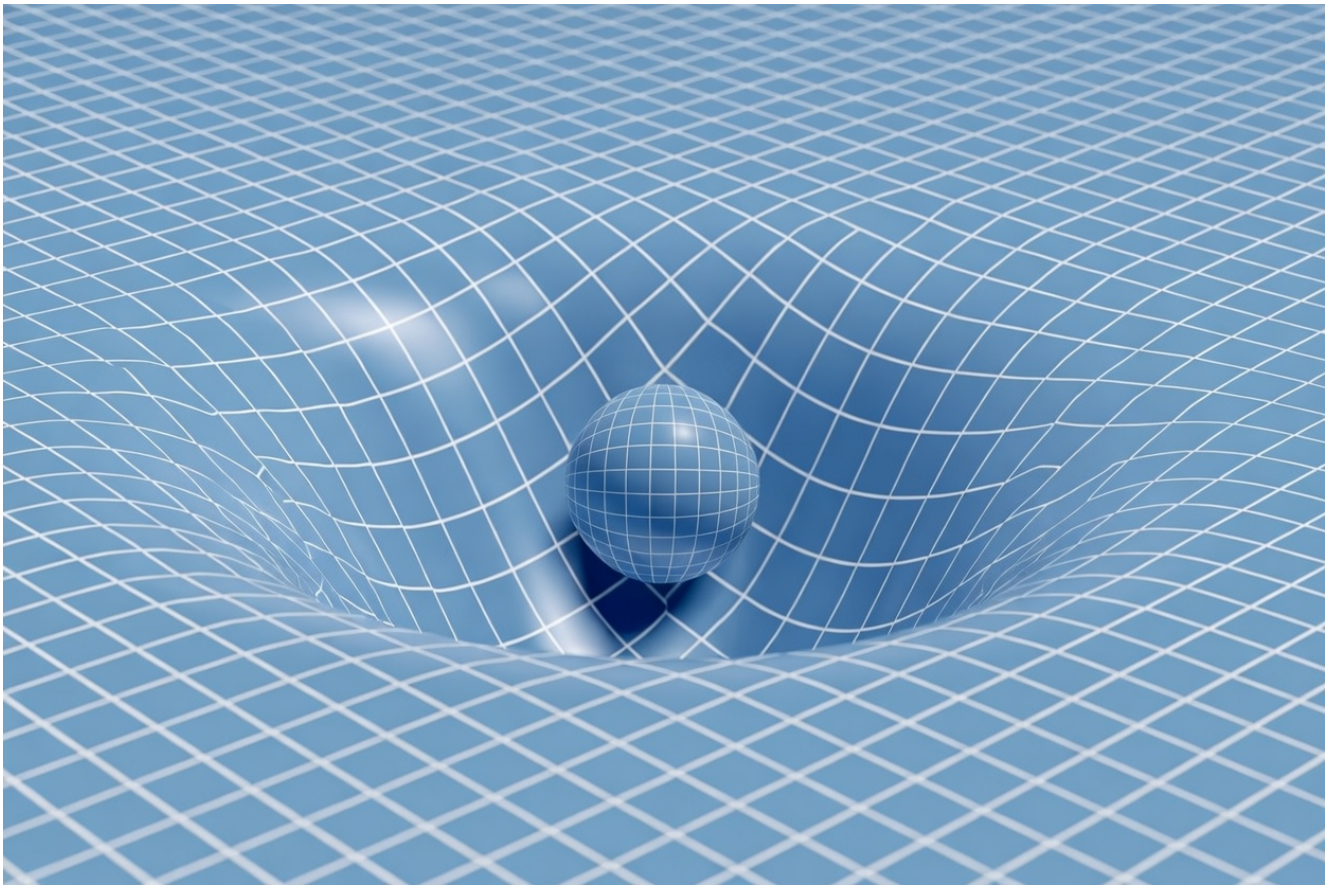
Per approfondire:

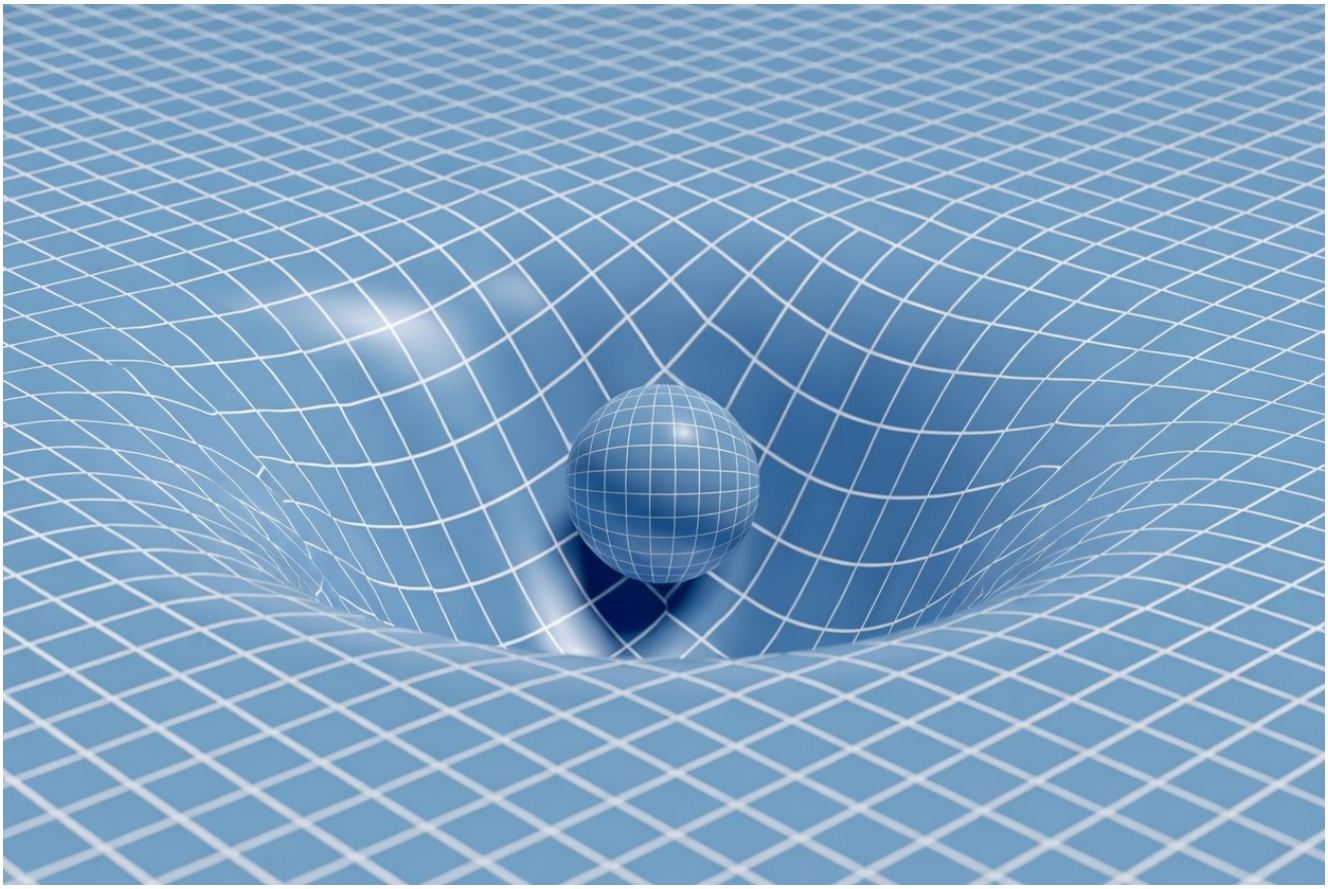
Tuttavia, questa geniale intuizione ha generato uno dei più grandi grattacapi della fisica contemporanea, noto come il “paradosso dell’informazione”. La fisica quantistica, proprio come una buona contabilità di Stato, esige che i bilanci tornino sempre alla perfezione: **l’informazione quantistica non può essere mai distrutta**. Ma se un buco nero evapora e svanisce nel nulla, che fine fanno le informazioni relative alla materia che ha inghiottito nel corso di miliardi di anni? Fino a ieri, la scienza brancolava nel buio, ma una recente ricerca offre una soluzione tanto elegante quanto affascinante, **basata su geometrie a sette dimensioni**.

Il limite della Relatività Generale e l’ingresso della Torsione

Per comprendere la fine di un buco nero, dobbiamo fare un passo oltre la teoria della Relatività Generale di Einstein. Nel modello classico, la gravità è vista semplicemente come la curvatura dello spaziotempo, un po’ come un materasso che si

deforma sotto il peso di una palla da bowling. Tuttavia, quando un buco nero collassa e raggiunge scale infinitamente piccole (la cosiddetta scala di Planck), le vecchie regole smettono di funzionare.





Il concetto di gravità come deformazione dello spazio tempo

Il nuovo studio, pubblicato sulla rivista *General Relativity and Gravitation* , adotta un approccio differente, utilizzando la cosiddetta teoria di Einstein-Cartan. Questa teoria introduce un elemento fondamentale che Einstein aveva inizialmente tralasciato: la torsione. In parole semplici, lo spaziotempo non si limita a curvarsi, ma può anche "torcersi" su se stesso. I ricercatori hanno applicato questo concetto a un universo matematico a sette dimensioni, utilizzando una struttura geometrica complessa definita "varietà G 2".

La morte del buco nero: una frenata d'emergenza

Cosa succede, dunque, negli istanti finali della vita di un buco nero? Man mano che il colosso evapora perdendo massa attraverso la radiazione di Hawking, la sua densità aumenta a dismisura. Nel modello classico, questo processo continuerebbe fino a una singolarità paradossale (cioè allo spazio zero) e

alla scomparsa totale dell’oggetto.

Nel nuovo modello a sette dimensioni, invece, accade qualcosa di straordinario. Quando la densità raggiunge i valori estremi della scala di Planck, la torsione dello spaziotempo entra prepotentemente in gioco, generando un massiccio effetto repulsivo. Questa forza spinge verso l’esterno, contrastando l’inesorabile attrazione gravitazionale.

Il risultato è che l’evaporazione di Hawking si ferma bruscamente. **Il buco nero non collassa all’infinito e non scompare, ma si stabilizza in un “remnant” (un residuo) incredibilmente piccolo e denso.** I calcoli dei fisici indicano che questo residuo stabile possiede una massa di circa 9 \10^{-41}kg. È una quantità di **materia infinitesimale**, ma sufficiente a cambiare per sempre le carte in tavola.

L’Hard Disk cosmico e i Modi Quasi-Normali

Se il buco nero non svanisce, l’informazione quantistica è salva. **Ma dove e come viene conservata in un “sassolino” cosmico così minuscolo?**

I ricercatori spiegano che il residuo agisce come una sorta di hard disk quantistico. L’informazione viene codificata nella struttura interna di questo residuo attraverso i cosiddetti “**modi quasi-normali**” (QNMs). Per usare una metafora accessibile, possiamo immaginare questi modi come le vibrazioni naturali di una campana dopo che è stata colpita. Invece del bronzo, a vibrare in eterno è il campo di torsione all’interno della geometria del residuo.

Queste vibrazioni intrappolate a lungo termine costituiscono l’archivio della materia caduta nel buco nero. La capacità di archiviazione è semplicemente sbalorditiva. Secondo i calcoli dello studio, il residuo lasciato da un buco nero con una massa pari a quella del nostro Sole sarebbe in grado di

immagazzinare circa 1.515×10^{77} qubit di informazione. Questa cifra colossale corrisponde esattamente all'entropia originaria del buco nero, risolvendo il paradosso senza dover riscrivere le leggi fondamentali della fisica.

Ecco un riassunto delle differenze chiave tra i due approcci:

Caratteristica	Modello Classico (Hawking)	Nuovo Modello (Torsione 7D)
Spaziotempo	Solo Curvatura	Curvatura + Torsione
Destino Finale	Evaporazione totale	Residuo stabile (9×10^{-41} kg)
Forza dominante alla fine	Gravità (collasso)	Torsione (forza repulsiva)
Fine dell'informazione	Perduta (Paradosso)	Conservata nei modi quasi-normali
Capacità di archiviazione	Zero	$\approx 10^{77}$ qubit per una massa solare

Dal cosmo profondo al Bosone di Higgs

Come spesso accade nella grande fisica teorica, la soluzione di un problema cosmologico finisce per spiegare anche i mattoni fondamentali della materia. I ricercatori hanno scoperto un legame diretto tra i buchi neri e la fisica delle particelle.

Quando il complesso modello matematico a sette dimensioni viene "ridotto" alle quattro dimensioni del nostro universo percepibile (un processo noto come riduzione di Kaluza-Klein), la torsione geometrica produce un valore di energia specifico. Questo valore è di circa 246 GeV (Gigaelettronvolt).

Non si tratta di un numero casuale: **246 GeV è esattamente la scala elettrodebole, ovvero l'energia associata al campo di Higgs,** il meccanismo che conferisce la massa a tutte le

particelle fondamentali del Modello Standard. In parole povere, gli autori suggeriscono che la stessa struttura geometrica che impedisce ai buchi neri di scomparire nel nulla è anche la ragione per cui la materia ha una massa. Un’unificazione concettuale di rara eleganza.

Una teoria testabile, ma non oggi

Ci si potrebbe chiedere perché non abbiamo mai osservato queste dimensioni extra o queste particelle esotiche. La risposta è squisitamente tecnica e, per certi versi, ironica: ci mancano i fondi e la tecnologia.

Il modello prevede che le particelle legate a queste dimensioni extra abbiano masse incredibilmente elevate. Per avere un termine di paragone, si tratta di energie milioni di volte superiori a quelle che il Large Hadron Collider (LHC) del CERN può attualmente generare. Raggiungere queste energie in laboratorio è, al momento, mera fantascienza.

Tuttavia, la scienza non si arrende. Anche se non possiamo creare queste energie in un acceleratore, gli effetti gravitazionali di questi minuscoli residui di buchi neri potrebbero aver lasciato una firma flebile ma rilevabile nelle osservazioni astrofisiche o nel fondo cosmico. La ricerca del futuro si concentrerà proprio sulla caccia a queste tracce invisibili.

In conclusione, la morte di un buco nero non è la fine drammatica e distruttiva che avevamo immaginato, ma piuttosto un passaggio di stato. I mostri del cosmo si rimpiccioliscono fino a diventare archivi silenziosi, memorie cosmiche indistruttibili che custodiscono gelosamente la storia dell’universo. Una prospettiva rassicurante: alla fine, come in un’economia perfettamente circolare, nel cosmo non si butta via davvero nulla.

 Rimani aggiornato seguendoci su Google News!
SEGUICI

https://scenarieconomici.it/come-muore-un-buco-nero-e-cosa-ne-rimane-lhard-disk-cosmico-a-7-dimensioni/