

La teoria della relatività generale

La teoria della relatività generale si basa sul **principio di equivalenza**: un campo gravitazionale omogeneo è del tutto equivalente ad un sistema di riferimento accelerato uniformemente. Tra le conseguenze importanti della relatività generale si ricordano: (1) la deflessione della luce in un campo gravitazionale (2) la previsione della precessione del perielio nell'orbita di Mercurio (3) lo spostamento gravitazionale verso il rosso (4) l'esistenza dei buchi neri. Tutti questi avvenimenti sono stati verificati sperimentalmente.

Secondo la teoria generale della relatività, se la densità di un corpo, come una stella, è abbastanza grande, l'attrazione gravitazionale sarà talmente grande che, una volta all'interno di un raggio critico, nulla potrà sfuggire, neanche la luce e le altre radiazioni elettromagnetiche. Per un buco nero di massa $m_{b.c.} = 6 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ il raggio critico è $R_c = 8,8 \text{ km}$. L'effetto del buco nero sui corpi che si trovano fuori dal raggio critico è uguale a quello di un'altra massa qualsiasi. Una proprietà importante dei buchi neri è che nulla di ciò che avviene al suo interno può essere comunicato all'ambiente esterno. Non potremo mai conoscere quello che avviene all'interno di un buco nero. Un buco nero, semplificando al massimo, può essere considerato come un **aspirapolvere cosmico** che ingoia tutto e che diventa invisibile perché la luce e la materia non riescono ad uscire da esso. La presenza di un simile vampiro si manifesta attraverso le intense forze gravitazionali che si esercitano sugli oggetti che vengono a trovarsi nelle sue vicinanze. I fisici ipotizzano che ogni galassia abbia almeno un buco nero al suo interno. Molte stelle osservate nel passato oggi non esistono più perché potrebbero essere state inghiottite da qualche buco nero.

I buchi neri

Una delle più fantastiche ed affascinanti idee concepite dalla mente umana, dedotta fra l'altro dalla teoria della relatività generale, è senza dubbio il cosiddetto **buco nero**: un elemento di materia-energia la cui massa presenta una densità così elevata da attrarre ogni cosa, compresa la luce, entro una buia cavità dello spazio.

Cosa sono i buchi neri? Si definisce **buco nero** una regione dello spazio-tempo con un campo gravitazionale così intenso che nulla al suo interno può sfuggire all'esterno, nemmeno la luce. L'idea dell'esistenza di questi strani corpi è un corollario della Teoria della relatività generale di Einstein: poiché la forza di gravità, che dipende dalla massa degli oggetti, deforma lo spazio-tempo e incurva anche la traiettoria della luce, un corpo può raggiungere una concentrazione della massa così grande che il suo campo gravitazionale è in grado di impedire anche alla luce di allontanarsi.

Quali sono le dimensioni dei buchi neri? Sono relativamente piccoli, anche se possono comprimere e racchiudere la massa di milioni o di miliardi di stelle grandi come il Sole. I **buchi neri** sono invisibili e, quindi, nulla sappiamo di quello che avviene al loro interno. Tuttavia emanano onde radio lunghe circa **1,3mm** captate dai radiotelescopi.

Buchi neri, predatori inesorabili del cielo. Se una stella grande **6-7** il Sole esplose come supernova genera un **buco nero** in quanto tutta la materia tende a concentrarsi in un o spazio relativamente piccolo. Le leggi della fisica classica non sono più valide in grado per questo mostro dell'Universo. La gravità di un **buco nero** è così grande da comprimere tutta la materia che lo compone fino a raggiungere una densità che tende all'infinito. Si porta in uno stato fisico a noi sconosciuto. La forza di attrazione gravitazionale di un buco nero è talmente grande che qualsiasi corpo gli passi vicino viene catturata e vi cade dentro rimanendo intrappolato al suo interno senza poterne uscire. Neppure un raggio di luce, che è la cosa più veloce esistente in natura, può sfuggire a questo mostro. Spesso si pensa che un **buco nero** possa inghiottire tutto quello che gli sta attorno ma questo non corrisponde a verità. Infatti l'effetto del buco nero sui corpi che si trovano fuori dal raggio critico è uguale a quello di un'altra massa qualsiasi. Per un **buco nero** di massa $m_{b,c} = 6 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ il raggio critico è **$R_c = 8,8 \text{ km}$** .

Qualche antefatto sul buco nero (black hole)

Laplace, partendo dal presupposto che la forza gravitazionale che si esercita su tutte le masse può crescere senza alcun limite, concepì un oggetto misterioso caratterizzato da una concentrazione di materia così grande da impedire ai corpi luminosi di Newton di sfuggire dalla superficie del corpo. Ai tempi di Newton la teoria corpuscolare della luce era la più accreditata.

L'ipotesi di Laplace fu abbandonata in quanto non si poteva provare l'esistenza del misterioso **corpo oscuro**. Nel 1917, dopo che Einstein aveva elaborato la teoria della relatività generale, l'astronomo tedesco Karl Schwarzschild, calcolò le condizioni teoriche affinché lo **spazio-tempo** potesse trattenere al suo interno ogni tipo di radiazione. Nel **1939** il fisico Robert Oppenheimer teorizzò che una stella di massa enorme potesse collassare e diventare un **buco nero**. La difficoltà di una verifica dell'esistenza dei buchi neri consisteva nella impossibilità di osservarli dalla Terra.

E' stato fotografato un buco nero

M87 è un **buco nero** situato al centro dell'ammasso stellare della VERGINE a circa 55 milioni di anni luce dalla Terra. Non si può vedere perché nessuna particella può sfuggire da un **buco nero**. Ha una massa pari a **6,5** miliardi di volte quella del Sole.

La prima foto reale di un buco nero. Si tratta del buco nero denominato **M87**. Il buco nero al centro della Via Lattea è chiamato Sagittario **A***. Anche se è molto più vicino di **M87** non è stato ancora fotografato. Il confine di un **buco nero** prende il nome di **orizzonte degli eventi**.



Grazie alle onde gravitazionali previste da Einstein, negli ultimi anni sono stati visti buchi neri fondersi insieme: un evento catastrofico capace di generare onde nello spazio-tempo che possono essere captate con particolari strumenti sulla Terra.

Svelato l'enigma della mucca cosmica

Si tratta della scoperta della **nascita di un buco nero** o di una stella di neutroni. Per la prima volta, gli astronomi hanno osservato la nascita di un **buco nero**: un lampo velocissimo, potente e luminoso registrato dai telescopi gemelli ATLAS. Per la prima volta è stato possibile osservare in diretta la nascita di un **buco nero**. Si tratta di un avvenimento straordinario. Nel cielo molte stelle collassano continuamente in buchi neri. Ma è la prima volta che un evento simile viene osservato in diretta dagli astronomi.

E pensare che tutta questa materia sparsa nell'immenso universo era concentrata all'interno di una sfera avente il raggio minore di un centimetro. Difficile a crederci, ma sembra proprio così.