



SINGOLARITA'

Abbiamo le prove che c'è stata una fase caldissima, miliardi di gradi, e densissima chiamata singolarità. Cioè una regione dove lo spazio viene deformato all'infinito, a tal punto da lacerarsi. Non siamo ancora riusciti a capire, né come, né perché questo evento si sia verificato. Conosciamo solo le conseguenze di quell'evento che abbiamo appunto chiamato Big Bang

Nell'immagine è rappresentata la deformazione spazio-temporale causata da un buco nero, che è la cosa più vicina, più somigliante a come dovrebbe essere stata la singolarità iniziale.

Il problema è che la singolarità di un buco nero si trova in uno spazio-tempo nato con il Big Bang, mentre la singolarità iniziale non poteva trovarsi ovviamente in questo universo perché l'universo non c'era.

La domanda sorge spontanea:

Cosa c'era prima del Big Bang?

Chiedersi che cosa ci fosse prima del Big Bang non ha senso perché i concetti di spazio e di tempo e delle leggi della fisica tutta, vengono a cadere, non si possono applicare alla singolarità e perciò non si può parlare di un prima in quanto il tempo, insieme allo spazio, e alle leggi della fisica sono nati proprio con il Big Bang. In questo caso prima del Big Bang ci sarebbe stato solo spazio-tempo vuoto. Il nulla.

Abbiamo già molto dibattuto sul concetto del nulla. Già definire il nulla con la parola nulla, significa tentare di dargli un significato, un'immagine nebulosa nella nostra mente, ma proprio tentando di immaginarlo gli diamo vita e il nulla non è più il nulla.

Duemilacinquecento anni fa il grande Parmenide, vero padre della metafisica comandava ai suoi studenti:

tu non pensare il nulla!

Torniamo alla fisica.



C'è la possibilità che il tempo non abbia mai avuto un inizio e, che andando sufficientemente indietro, il tempo stesso perda il senso che gli attribuiamo nella nostra esperienza quotidiana; magari è un po' quello che ci succederebbe sulla terra, camminando sempre verso nord.

Arrivati al Polo Nord non incontreremmo alcun confine e la nostra bussola impazzirebbe perché non c'è un "più a nord" del Polo Nord.

Anzi, continuando a camminare nella stessa direzione che avevamo procedendo verso nord ci accorgeremmo che ora stiamo camminando verso sud, infatti la nostra bussola ci direbbe di tornare indietro. Allo stesso modo, quando anche raggiungessimo il tempo zero non avremmo più riferimenti e ci troveremmo al polo nord cercando un punto più a nord.

ESPANSIONE UNIVERSO



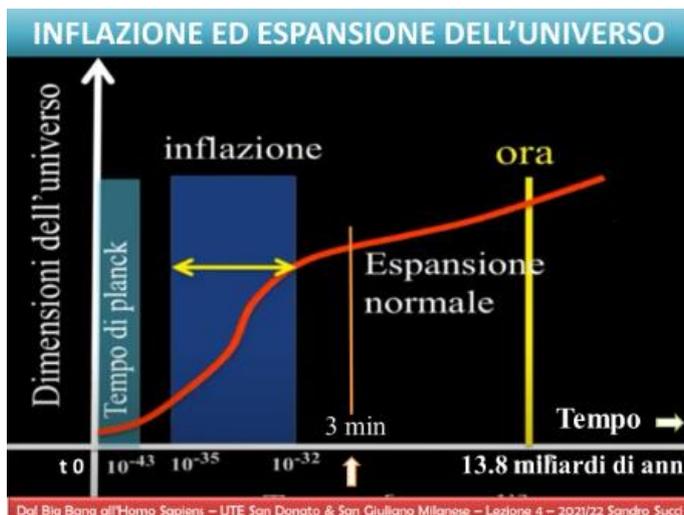
Dal Big Bang all’Homo Sapiens – UTE San Donato & San Giuliano Milanese – Lezione 4 – 2021/22 Sandro Succi

Per illustrare l'espansione dell'Universo si utilizza l'analogia con la lievitazione di un panettone infinito, in cui la pasta che lievita è lo spazio in espansione, le uvette e i canditi sono le galassie che mentre avviene la lievitazione (l'espansione) aumentano la loro distanza relativa.

Ma come ha fatto l'universo a espandersi da un singolo punto alle dimensioni attuali?

La risposta della scienza, oggi, alla luce delle attuali conoscenze e delle conferme logico matematiche, ci dice che l'espansione è stata causata, in gran parte dall'inerzia conseguente alla spinta del Big Bang (la cosiddetta inflazione cosmica) e in parte da una forza repulsiva, cioè contraria alla gravità, di cui non si conosce la natura, che chiamiamo appunto energia oscura.

Abbiamo già affrontato il discorso dell'energia oscura, la abbiamo immaginata come “qualcosa” che sta rendendo sempre più veloce l'allontanamento reciproco delle galassie, come se fossero aspirate da un gigantesco aspirapolvere.



INFLAZIONE COSMICA

Cos'è l'inflazione?

In cosmologia l'inflazione (dal termine inglese inflation, che ha conservato l'originario significato di "gonfiaggio" derivato dal latino inflatio) è la teoria che ipotizza che l'universo, appena dopo il Big Bang, abbia attraversato una fase di espansione estremamente rapida. Con inflazione si fa riferimento a quello che sarebbe avvenuto in una quantità piccolissima di tempo: l'inflazione sarebbe iniziata 10-35 secondi (0,000...34 volte zero, 1 secondo dopo il Big Bang: un "numero" difficilmente immaginabile; un'idea potrebbe darla il confronto tra la massa di una singola formica e quella di 200 miliardi di miliardi di miliardi di elefanti...); sarebbe durata 10-30 (0,000... 30 volte zero, 1 secondo) e avrebbe prodotto l'immediata espansione dell'Universo.

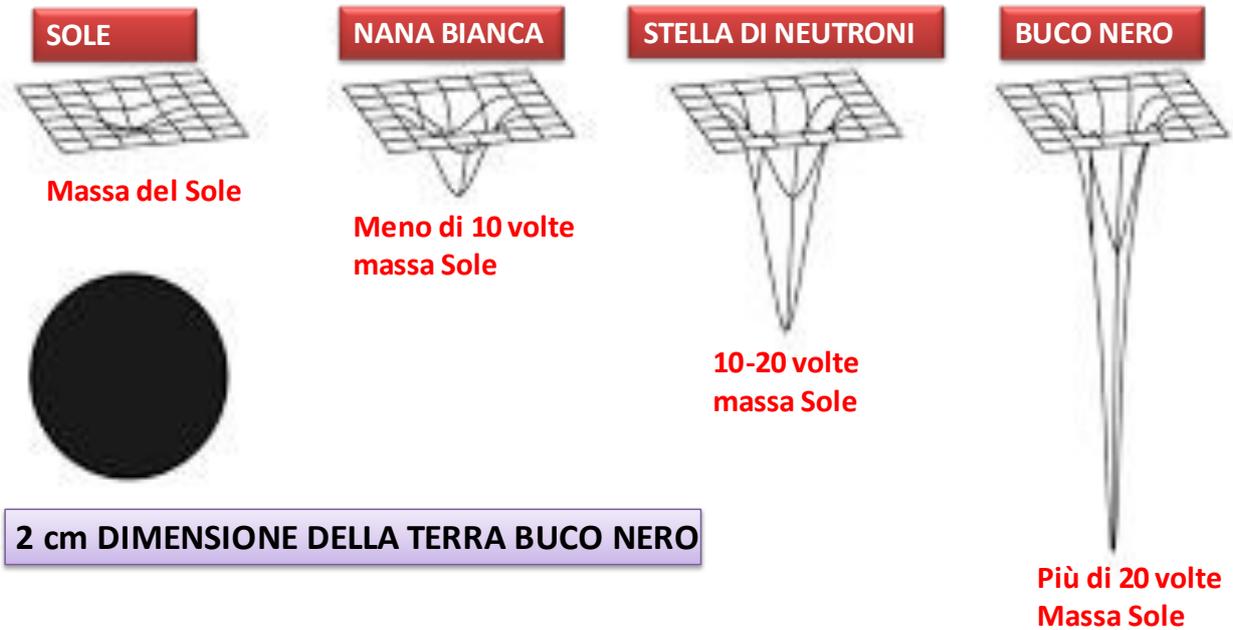
Se riuscissimo, insieme, ad interpretare questo grafico avremmo fatto un bel salto in avanti nella comprensione degli eventi dal tempo 0 (t_0) al tempo 13,8 miliardi di anni del tempo ora, indicato dalla riga verticale gialla.

la linea rossa mostra l'andamento dell'espansione dell'universo nel corso del tempo. Il trascorrere del tempo è indicato dalla linea bianca orizzontale.

Notate bene, a metà di questa linea trovate la scritta 3 min, cioè il momento in cui la materia aveva già assunto le caratteristiche attuali e le dimensioni dell'universo erano già simili alle dimensioni attuali. Praticamente da quel momento ad oggi non è più successo niente di così importante, sì, si sono formate le stelle e poi le galassie ma con la materia già pronta dopo 3 minuti dal Big Bang.

In questo istante iniziale la singolarità subì un periodo di espansione accelerata del tessuto spazio-tempo molto superiore alla velocità della luce, l'Inflazione appunto, che fece espandere l'universo tanto, quanto si è poi espanso nei successivi 13.8 miliardi di anni.

IL SOLE, LE NANE BIANCHE, LE STELLE DI NEUTRONI, I BUCHI NERI COLLASSO GRAVITAZIONALE



Dal Big Bang all’Homo Sapiens–UTE San Donato & San Giuliano Milanese–Lezione 4 – 2021/22 Sandro Succi

A secondo della massa della stella originaria si hanno vari stati finali di evoluzione, si ritiene che il collasso gravitazionale del nucleo di stelle con masse tra le 8/10 e le 20/30 volte quella del Sole dia origine a STELLE DI NEUTRONI, mentre le stelle con masse superiori alle 20-30 masse solari formano BUCHI NERI.

Le stelle con masse inferiori a 8-10 volte quella del Sole danno invece origine alle NANE BIANCHE.

Una nana bianca appena formata ha una temperatura molto elevata, pari a circa 100-200 milioni di K, che diminuisce in funzione dello scambio termico con lo spazio circostante, finché l'oggetto non si raffredda completamente e raggiunge lo stadio ultimo di nana nera.

STELLE DI NEUTRONI



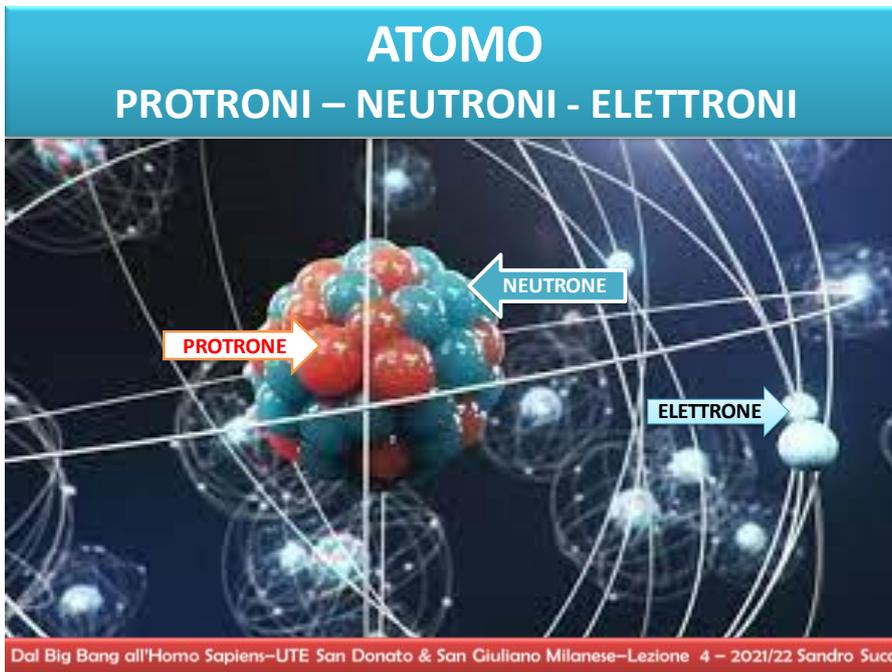
Stelle di neutroni, là dove gli atomi collassano

Piccole come asteroidi, ma in grado di dare luogo alle più potenti esplosioni cosmiche conosciute. Una stella di neutroni ha tipicamente un diametro di circa 20 km e una massa pari a 1,5 masse solari. È come se dentro una sfera del diametro di una metropoli fosse contenuta una volta e mezza la massa del Sole.

Le stelle di neutroni possono essere considerate dei relitti stellari. Sono infatti ciò che rimane di alcune stelle massicce in seguito al collasso del loro nucleo e all’esplosione come supernove.

Le stelle di neutroni sono oggetti estremamente densi e compatti.

Ma cosa sono i neutroni?

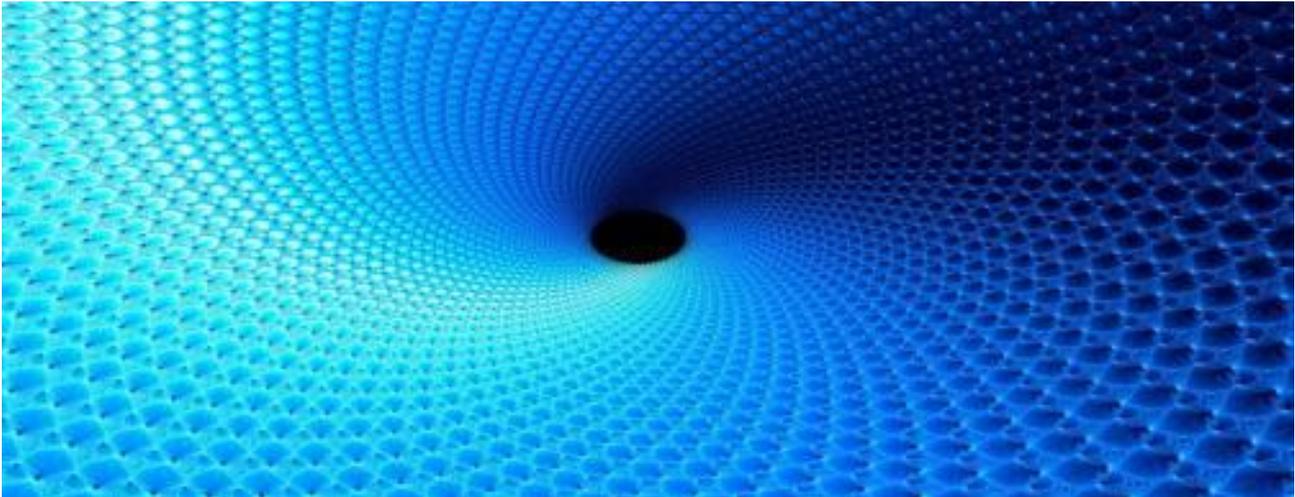


Gli elettroni, che, in condizioni normali formano una “nube” attorno ai nuclei degli atomi (formati da protoni e neutroni), arrivano a fondersi con essi, formando neutroni. Da qui il nome ‘stella di neutroni’.

La densità all’interno di una stella di neutroni raggiunge dunque valori enormemente più elevati rispetto a quelli della materia nucleare ordinaria. A queste densità, la pressione all’interno della stella è tale che la materia collassa anche a livello atomico.

Le condizioni estreme alle quali si trova la materia portano le stelle di neutroni ad avere un campo gravitazionale e un campo magnetico estremamente intensi. Alcune stelle di neutroni (le cosiddette [pulsar](#)) emettono radiazione pulsante che permette di misurare con precisione la rotazione della stella attorno al proprio asse (con periodi di rotazione che variano da decine di secondi a millesimi di secondo).

BUCHI NERI



Un qualsiasi oggetto può diventare un Buco Nero se, comprimendo la sua massa la si riduce a una dimensione tale da raggiungere una “circonferenza critica” chiamata Orizzonte degli Eventi:

il limite che separa il luogo da cui possiamo captare segnali, da quello da cui niente può più sfuggire.

Le densità che si raggiungono sono per noi inconcepibili: in queste condizioni un cucchiaino di materia addensata pesa addirittura più di 10 miliardi di tonnellate! Entro una certa distanza attorno alla stella originaria ogni cosa, inclusa la luce, viene attratta e “inghiottita”. Si è formato un buco nero! I buchi neri sono corpi celesti il cui campo gravitazionale è così intenso che non possono emettere nulla, neppure la luce. Per questo sono neri e non possiamo osservarli direttamente. Si formano dal collasso gravitazionale che talvolta accompagna la morte di una stella. Nell'Universo ne esistono alcuni giganteschi, con massa milioni di volte quella del Sole

La velocità di fuga e i buchi neri

Se lanciamo una palla in aria, maggiore sarà l'energia con cui la gettiamo verso l'alto, maggiori saranno la velocità iniziale e l'altezza massima a cui sale prima di invertire la direzione del moto e ritornare a terra. Se si aumenta la velocità iniziale, si arriva a un valore, detto velocità di fuga, tale che la palla supera l'attrazione gravitazionale della Terra e non torna più indietro.

Per un buco nero di massa pari a quella del Sole, R_S è solo 1,48 km, circa mezzo milione di volte più piccolo del raggio del Sole! Tanta materia in così poco spazio si può concentrare solo durante il collasso gravitazionale che in certi casi accompagna le ultime fasi della vita di una stella: la parte centrale della stella si contrae rapidissimamente e la materia cade verso il centro dove si forma un campo gravitazionale così intenso da intrappolare ogni cosa.



L’azione del buco nero presente nel sistema binario è quella di “strappare” il gas presente all’esterno della stella, attrarlo verso di sé dando origine ad un vero e proprio disco che ruota intorno al proprio asse. A questo punto, i gas “strappati” raggiungono temperature elevatissime ed emettono raggi X, permettendo la “rivelazione” del buco nero.

Per gli astronomi è possibile assistere a questo meraviglioso spettacolo osservando la Costellazione del Cigno, dove vi sono diverse stelle doppie ed una sorgente di raggi X chiamata Cygnus X – 1: si tratta di una coppia formata da una stella gigante ed un buco nero.