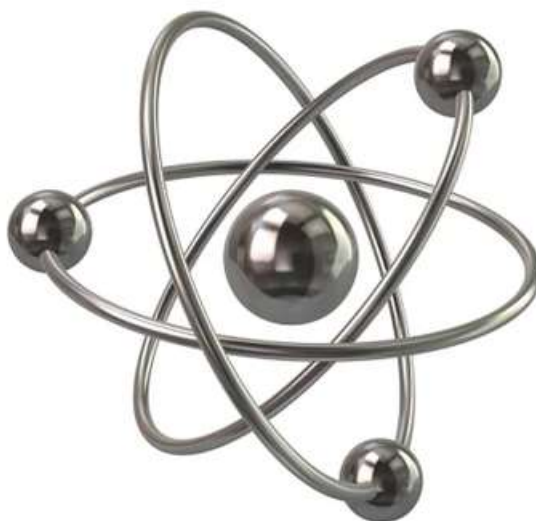




LA FUSIONE NUCLEARE

Potremmo chiamarla anche energia stellare perché è la stessa energia che accende le stelle come il sole. Mi rendo conto che appena sentiamo il termine nucleare lo associamo alla bomba atomica, ai disastri di Chernobyl, a Fukushima, ma in questi casi non si tratta di fusione nucleare, bensì della fissione.

La fusione nucleare è un'altra cosa ed è molto più sicura di quanto possiamo immaginare. È rinnovabile, relativamente più pulita di tutte le altre fonti energetiche, praticamente non genera rifiuti radioattivi e attenzione, non genera Anidride Carbonica ma solo Elio; quindi, per il discorso del riscaldamento globale è perfetta inoltre praticamente inesauribile.

Oggi, però, quando parliamo di centrale nucleari, facciamo riferimento alla fissione nucleare, che consiste nella divisione di un atomo. La fusione nucleare, è l'unione di due atomi, quindi a livello nucleare è l'opposto. I due atomi di idrogeno, quando si legano insieme, emettono energia e noi cerchiamo di catturare quell'energia. Questo è il concetto.

È molto importante separare i concetti di fissione e fusione perché sono profondamente diversi anche dal punto di vista della sicurezza. Nel caso di un grosso incidente in un reattore a fissione (come sono alimentate attualmente tutte le centrali nucleari al mondo), possono essere provocati enormi danni all'ambiente e alla salute delle persone a causa del rilascio del materiale radioattivo prodotto come scarto. Al contrario se ci fosse un ipotetico incidente di un reattore a fusione nucleare non avrebbe ricadute rilevanti. La fusione non genera residui radioattivi e in caso di guasto il reattore si spegnerebbe da solo, perché per mantenere la reazione di fusione occorre alimentarla. In altri termini, non c'è un rischio di una reazione a catena, è come un motore a benzina che se finisce la benzina, si spegne.

Domanda, perché allora non usiamo ancora questa fonte energetica così magica? Nonostante si parli di fusione da decenni? Non è fisicamente complicatissimo mettere in moto la reazione di fusione, il problema è che per fondere i due atomi dell'idrogeno è necessaria un'energia gigantesca e la fusione può essere raggiunta a temperature elevatissime, addirittura di diversi milioni di gradi. Ovviamente, non esiste alcun materiale che riesca a reggere quelle temperature. Per ora, come avete visto nel filmato, si sta sperimentando, un sistema in grado di generare, un grandissimo campo magnetico per intrappolare e confinare nelle proprie spire il plasma mantenendolo lontano dalle pareti di contenimento. Il magneti superconduttori che lo controlleranno opereranno invece a una temperatura di circa -269 °C.

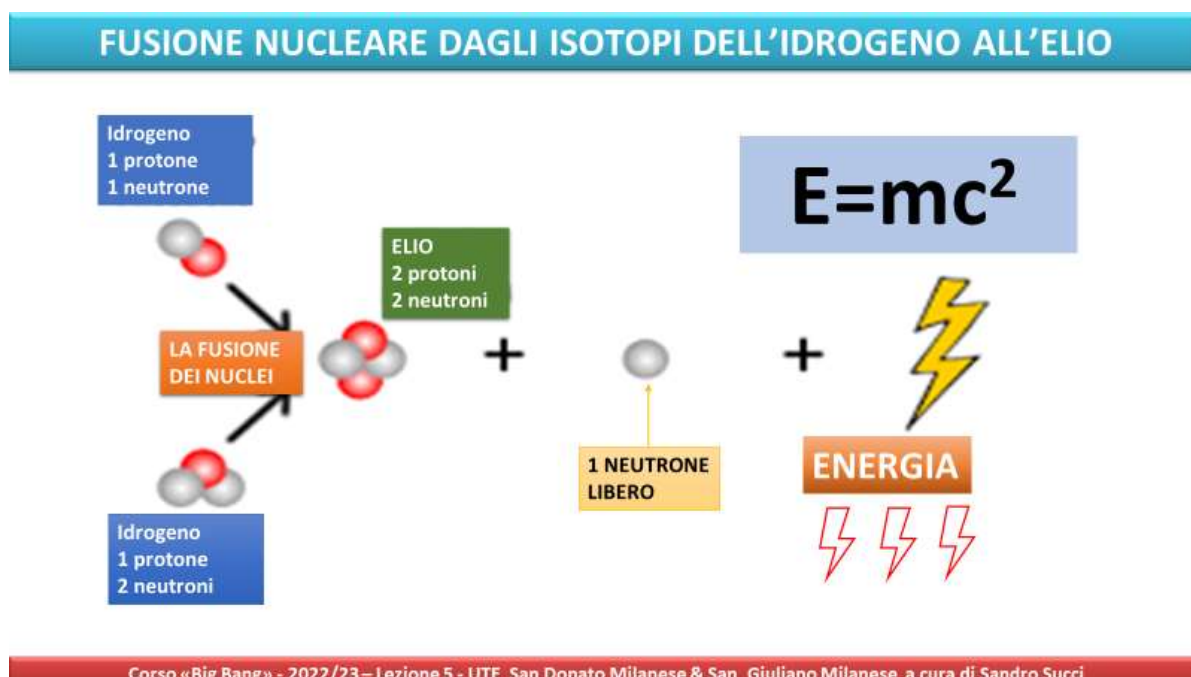
In pratica potrebbe essere contemporaneamente uno dei luoghi più caldi e più freddi dell'intero universo.

La fusione nucleare non è una novità, nel 1997 si ottenne la fusione che ha prodotto energia nucleare, ma lo fece consumando una quantità di energia maggiore rispetto a quella prodotta. Da allora vari tentativi hanno avuto lo stesso risultato fino a quando qualche giorno fa lo staff della National Ignition Facility ha annunciato di aver ottenuto la fusione nucleare in un laboratorio della California. "Una svolta storica", "un passo che potrebbe rivoluzionare il mondo. In pratica il Santo Graal dell'energia

pulita, inesauribile e a basso costo. Come avere "il sole in una stanza", dato che si è trattato proprio di riprodurre il processo che avviene nella stella madre del sistema solare.

L'obiettivo in ordine di tempo è il 2050. La costruzione di demo avrà inizio intorno i primi anni 30 del 2000 per terminare dopo almeno dopo 10 anni. Nel 2040, infatti, dovrebbe cominciare una fase operativa che durerà un'altra decade; solamente dopo si procederebbe alla costruzione di reattori a fusione nucleare, su larga scala. Questo appuntamento è per il 2060 circa.

Ok, ora vediamo come si ottiene la fusione nucleare.



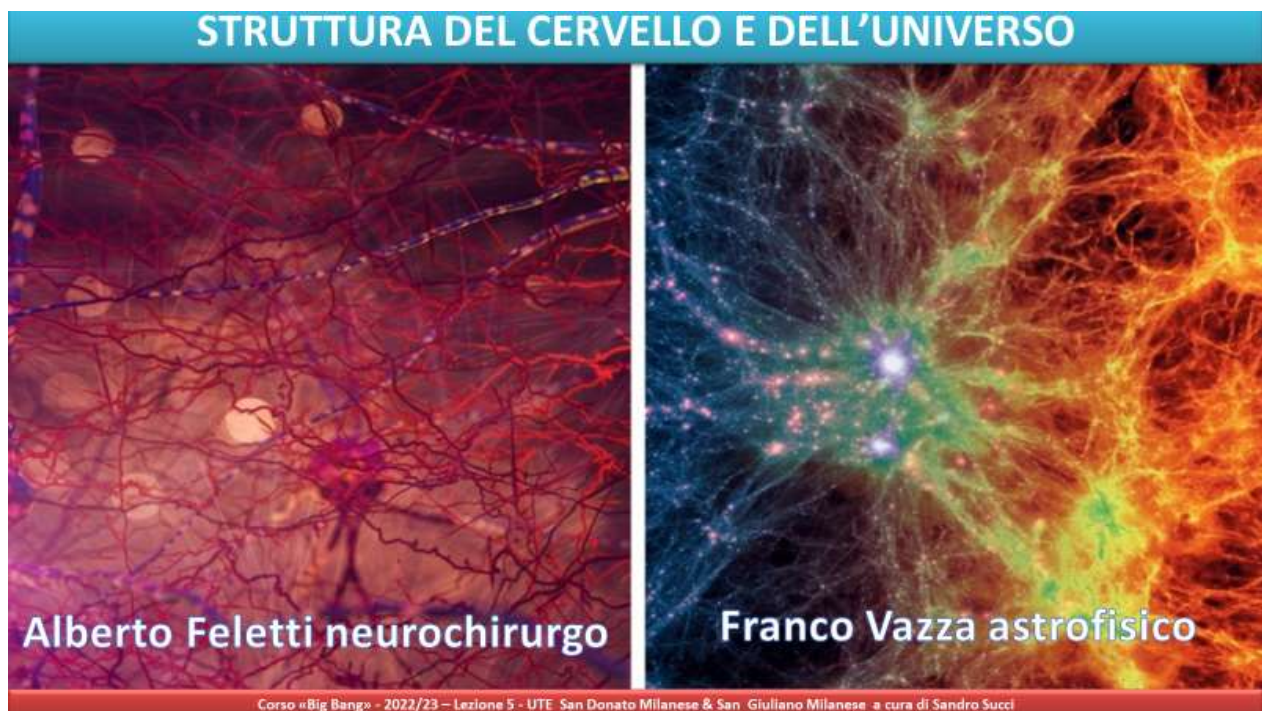
La fusione nucleare è un processo di trasformazione che avviene nel Sole e nelle altre stelle, in virtù del quale viene prodotta una grossa quantità di energia: perché in condizioni di materia sottoposta ad una certa compressione (gravità) e ad una certa temperatura, i nuclei leggeri di due atomi, (qui abbiamo rappresentato degli atomi di idrogeno formati da un protone e un neutrone che viene chiamato deuterio e da un protone e due neutroni (trizio)), quando si creano quelle condizioni di cui abbiamo

parlato, questi due atomi originari si fondono fino a creare un nucleo più pesante. La massa del nucleo risultante, però, è inferiore alla somma delle masse dei nuclei di partenza. La differenza di massa il neutrone libero, è quella che viene trasformata in energia (E), secondo la nota legge di Einstein $E = Mc^2$

La magnificenza della Fusione nucleare sta nel fatto che con 1,6 grammi di deuterio, estratto da 50 litri di normalissima acqua e 5 grammi di litio sarebbe possibile produrre circa 380.000 kilowattora, cioè una quantità di energia tale da soddisfare il fabbisogno di una persona per circa 10 anni.

Andremo all'Esselunga a comprare una bottiglietta di deuterio e un etto e mezzo di litio, ci basterà per tutta la vita

CERVELLO UMANO E UNIVERSO



Il funzionamento e le dinamiche con cui lavora il cervello umano rimangono, a tutt'oggi, uno dei punti interrogativi più grandi su cui lavorano gli scienziati, almeno tanto quanto fanno gli astrofisici per scoprire i segreti reconditi dell'universo che ci ospita.

Ma che correlazione ci potrebbe essere tra questi due enigmatici e complessi sistemi? Il paragone cervello universo può sembrare azzardato dato che la rete delle galassie e quella delle cellule neuronali nel cervello umano, hanno una differenza di scala superiore a 27 ordini di grandezza.

Ad indagare e a trovare le somiglianze sono stati due italiani, Franco Vazza, astrofisico dell'Università di Bologna e Alberto Feletti, neurochirurgo dell'Università di Verona.

Nello studio, che è stato pubblicato sulla rivista scientifica *Frontiers in Physics*, i ricercatori hanno messo a fuoco l'organizzazione interna, sia della rete delle galassie che compongono l'Universo, che della rete dei neuroni presente all'interno del nostro cervello. L'obiettivo era osservare come la materia si distribuisse su scale tanto diverse.

I risultati mostrano delle somiglianze sorprendenti.

Per quanto la grandezza dei due sistemi sia evidentemente ben diversa, in qualche modo le strutture del cervello e dell'universo, in quanto a complessità e auto-organizzazione, risultano simili.

Le funzioni del cervello umano sono determinate da una vasta rete di neuroni e di sinapsi, (circa 70 miliardi), l'universo invece ha una "rete cosmica" di almeno 1.000 miliardi di galassie, quindi non proprio identici ma dello stesso ordine di grandezza. Poi il cervello umano ha cominciato ad espandersi in modo significativo soltanto da 3-4 milioni di anni...

In entrambi i casi, però, neuroni e galassie occupano una piccola frazione dei volumi dei due sistemi (meno del 30%).

Un'altra somiglianza sta nel fatto che galassie e neuroni si organizzano in lunghi filamenti, o nodi tra filamenti. Infine, all'interno di entrambi i sistemi, il 70% della massa o distribuzione di energia è costituito da componenti che svolgono un ruolo apparentemente passivo: l'energia oscura nell'universo osservabile l'acqua nel cervello. Infine, sia il nostro universo che il nostro cervello sono in continua espansione.

La domanda nasce spontanea:

È possibile che l'universo sia il cervello di dimensioni enormi, formato dai filamenti di materia (neuroni) che si organizzano in galassie (sinapsi) di una creatura immensa e inimmaginabile? La quale creatura magari in questo momento sta studiando il suo di universo, e riflette sul fatto che le strutture del suo cervello e del suo universo sembrano così simili.

O che invece il nostro cervello sia un universo per microscopici esseri che ci vivono dentro credendo che quello che riescono a vedere sia il tutto, e magari ne stanno studiando la struttura chiedendosi cosa rappresentino quegli strani filamenti che sono i nostri neuroni? E date le loro dimensioni, i loro ritmi di vita sarebbero talmente alti e le loro vite talmente brevi da considerare il nostro cervello (il loro universo) qualcosa di immenso eterno e immobile.

E magari i cervelli di questi microscopici esseri...

Insomma, forse viviamo in una matriosca fatta da universi invisibili gli uni agli altri.

Ma non è tutto.

Preparando il corso Homo Sapiens, in particolare il capitolo che si occupa della nascita della coscienza nel genere Homo, mi è balenata un'idea che unisce i principi della cibernetica e del metaverso.

Il Metaverso è un universo virtuale, digitale, fatto di molteplici elementi tecnologici, tra cui video, realtà virtuale, realtà aumentata e avatar (nei cosiddetti Social media, Facebook WhatsApp, Twitter, Instagram), in cui si può operare anche con un semplice smartphone nella rete di internet.

Cibernetica una parola che deriva proprio dal nome greco del timoniere, il *cibernauta*, cioè *colui che aggiusta la rotta*. Il timoniere che ha fissato una rotta interviene per correggere la direzione della barca quando questa viene portata fuori rotta dal vento

Ora per dirla in maniera molto stringata la cibernetica è la scienza mediante la quale si realizza lo sviluppo dell'imitazione di comandi semplici nel funzionamento di una macchina (input bullone arrivato-

comando avvita bullone- bullone arrivato? se si ripete il comando, se no si mette in attesa di un nuovo input. Quando il pilota di un aereo inserisce il pilota automatico, ma anche quando il robot a un solo compito in una fabbrica (avvitare un bullone), sono esempi dell'uso della cibernetica in quanto sostituiscono parzialmente o totalmente l'intervento umano.

Perché vi sto raccontando questo? Un po' anche per narcisismo. Non lo nascondo. Negli anni 60, ancora ragazzo, ho avuto la fortuna di essere tra le prime poche migliaia di persone al mondo ad entrare in contatto con una particolare branca dell'informatica che si occupava di controllare macchinari attraverso i computer. La cibernetica applicata ai computer stava nascendo proprio allora. Ho avuto la doppia fortuna di essere selezionato dalla IBM proprio come programmatore di quei mastodontici cervelli elettronici e proprio per il lavoro che sognavo.

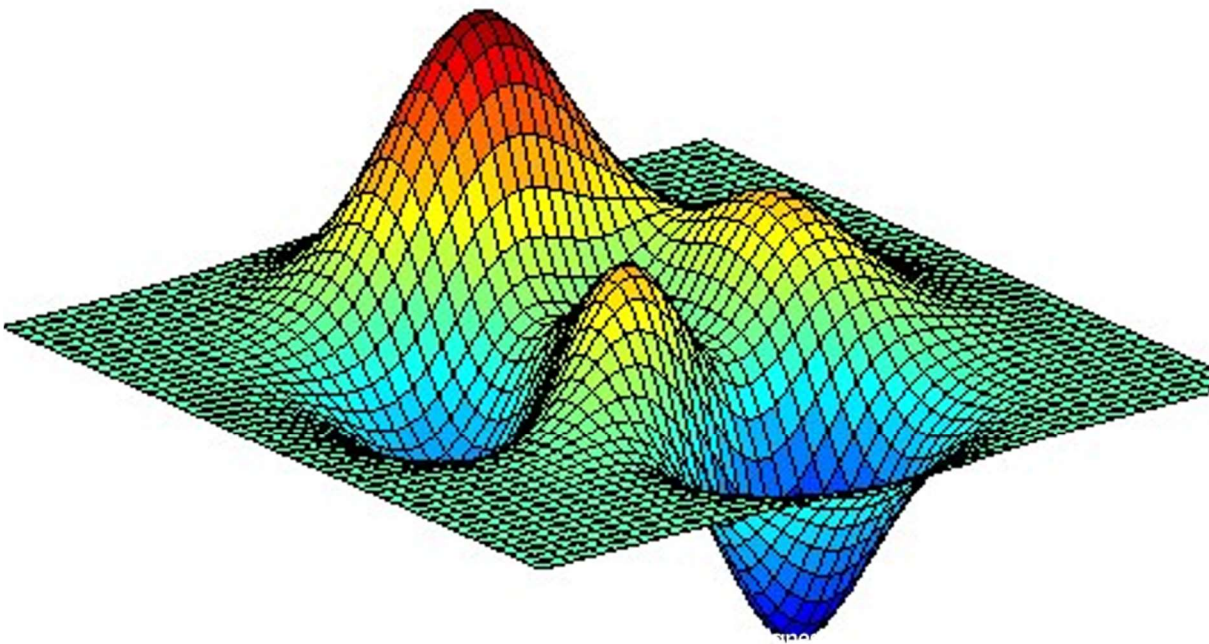
Beh, già allora mi frullava per la mente l'idea che le esperienze (informazioni) che gli esseri umani si scambiano, fossero la base di una conoscenza comune; secondo questa mia teoria, in tempi remoti (circa 3.5 miliardi di anni fa la prima forma di vita che sviluppò il primo neurone in un cervello molto semplice, ebbe e memorizzò una esperienza (in quel momento nacque la prima conoscenza). Con l'evoluzione, dopo qualche miliardo di anni, arriviamo all'Homo Sapiens che fin dall'inizio condivise le sue esperienze, prima nell'ambito familiare, formando per così dire una superconoscenza familiare, frutto delle esperienze e delle conoscenze dei singoli parenti. Poi in cascata della tribù, poi quando le tribù comunicarono tra loro, la superconoscenza divenne quella di un popolo, poi quando i popoli vennero a contatto e si scambiarono informazioni si formò una superconoscenza continentale e così via, fino ad arrivare ad oggi, momento in cui ogni singolo fruitore di informazioni, il cosiddetto cyber, dotato di internet e smartphone, diventa un terminale di comunicazione, una sinapsi. Sinapsi connesse ad altri miliardi di sinapsi (smartphone). Pertanto, più utilizziamo gli smartphone, più informazioni condividiamo, più questo super cervello di cui ognuno di noi è una cellula, un neurone, aumenta la sua superconoscenza. Da quando abbiamo

iniziato a scambiarsi informazioni, sms WhatsApp Facebook etc. noi stiamo dando vita, più o meno consapevolmente ad un super cervello che sta crescendo in maniera sempre più accelerata. In espansione iperbolica.

Finché, come è già avvenuto ad un certo punto dell'evoluzione nel cervello del genere umano, temo che anche questo super cervello, dotato di superconoscenza globale acquisterà inevitabilmente una sua propria coscienza...

LO SPAZIO DI ALBERT EINSTEIN

LO SPAZIO SECONDO EINSTEIN



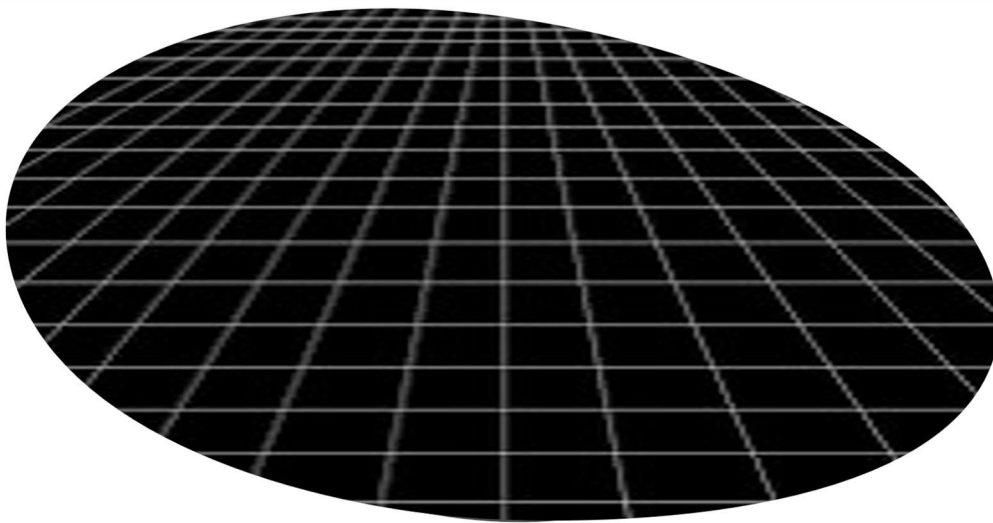
Dal Big Bang all'Homo Sapiens – IUTE San Donato & San Giuliano Milanese – Lezione 3 – 2021/22 Sandro Succi

Abbiamo menzionato più volte la gravità e, da quando a Newton cadde una mela in testa, abbiamo l'abitudine di considerarla come una forza che attrae gli oggetti verso il centro della terra e la terra verso il centro del sistema solare, il sole verso il buco nero posto al centro della Via Lattea,

La Via Lattea verso il centro di gravità dell'ammasso periferico locale delle galassie della Vergine.

Ma Einstein interpreta la gravità in modo nuovo, e cioè non più come una forza misteriosa che agisce a distanza fra corpi con una massa, ma come una proprietà dello spazio (più esattamente dello spazio-tempo) è lo spazio, dunque, che si deforma per la presenza in esso della materia (pianeti, stelle, galassie).

LO SPAZIO PIATTO SECONDO NEWTON

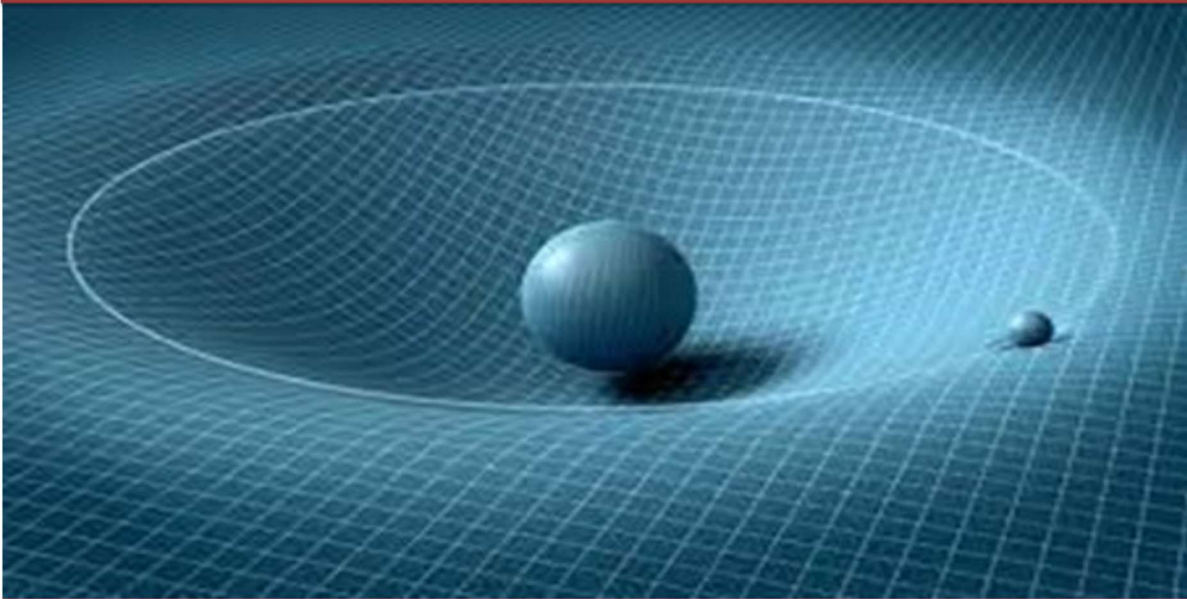


Dal Big Bang all'Homo Sapiens—UTE San Donato & San Giuliano Milanese—Lezione 3—2021/22 — S. Succi

Se lo spazio-tempo fosse vuoto, quindi privo di corpi con massa, il piano sarebbe assolutamente privo di rilievi. Dove non vi è presenza di massa, la trama dello spazio è del tutto piatta. Pertanto, siccome sappiamo che la materia visibile più la materia oscura rappresentano circa il 30% dell'Universo ciò sta a significare che il restante 70% dell'universo non ha presenza di materia e quindi che la trama spaziotemporale è per la maggior parte piatta.

LA GRAVITA' DI EINSTEIN

LA GRAVITA' DI EINSTEIN



Dal Big Bang all'Homo Sapiens – UTE San Donato & San Giuliano Milanese – Lezione 3 – 2021/22 Sandro Succi

Per farsi un'idea concreta della nuova teoria si può immaginare la trama spazio-tempo rappresentata da una superficie elastica, sulla quale sia posto un oggetto massiccio, che so, una palla di piombo che, con il suo peso, provoca una depressione entro la quale tendono ad orbitare gli oggetti vicini più piccoli, per esempio delle palline di plastica.

Quindi l'attrazione tra gli oggetti non è prodotta da forze invisibili e misteriose che agiscono a distanza e istantaneamente, come pensava Newton e tutti noi prima di Einstein, ma è semplicemente la conseguenza di una particolare configurazione che lo spazio assume a causa della presenza in esso di oggetti massicci.

CURVATURA DELLO SPAZIO

VIDEO curvatura dello spazio

SINGOLARITA' IN FONDO A UN BUCO NERO

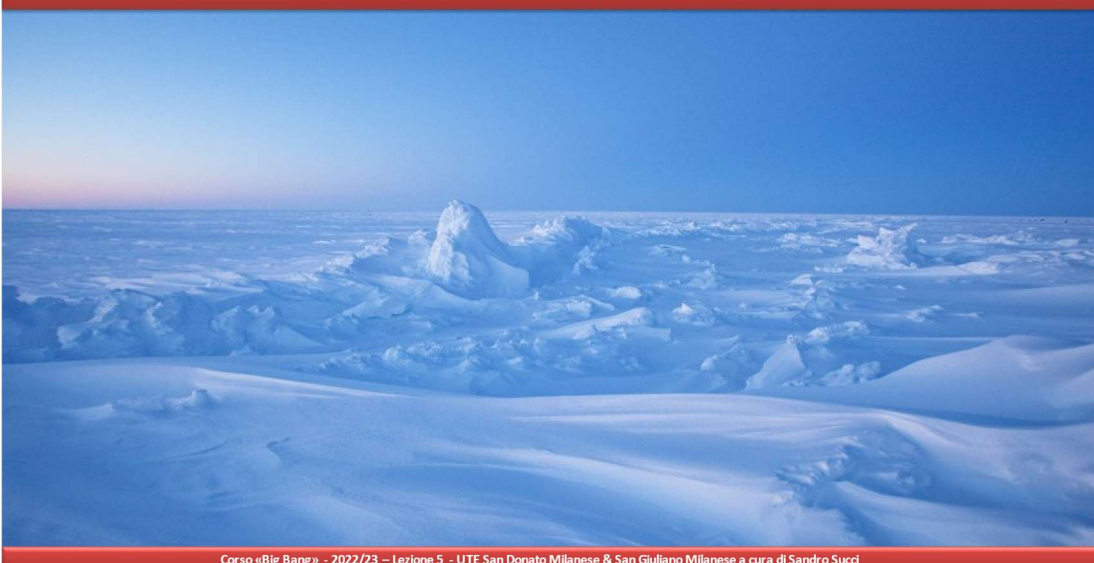


Corso «Big Bang» - 2022/23 - Lezione 5 - UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese a cura di Sandro Succi

Beh, secondo Hawking all'interno di un buco nero può esserci una singolarità, cioè uno stato della materia, dell'energia e delle leggi fisiche di cui non sappiamo nulla. La singolarità non solo avrebbe deformato lo spaziotempo ma ne avrebbe addirittura lacerato la trama.

C'è inoltre la possibilità che in quella situazione il tempo stesso perda il senso che gli attribuiamo nella nostra esperienza quotidiana; un po' quello che ci succederebbe sulla terra, se noi camminassimo sempre verso nord.

PIU' A NORD DEL POLO NORD



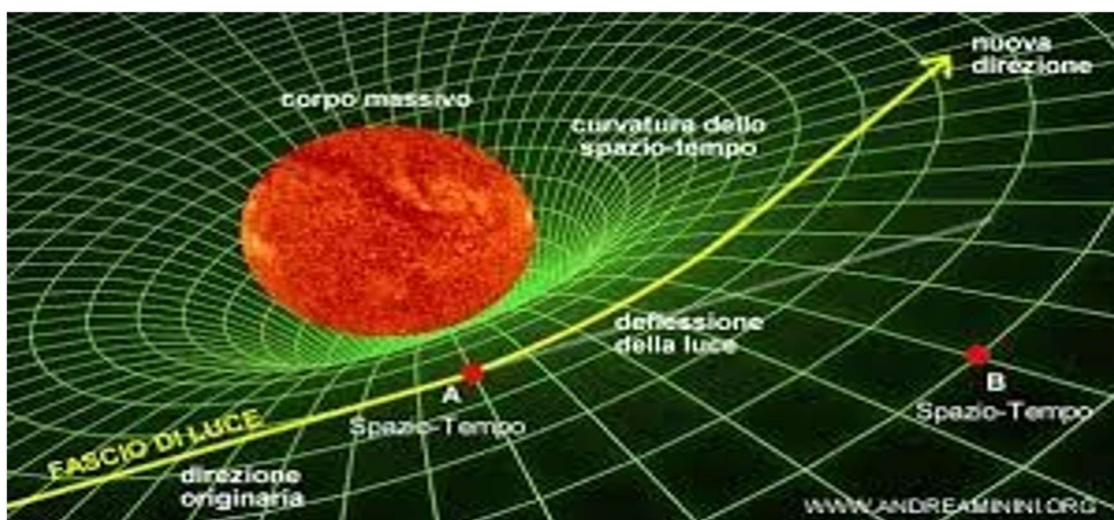
Corso «Big Bang» - 2022/23 - Lezione 5 - UTE San Donato Milanese & San Giuliano Milanese a cura di Sandro Succi

Arrivati al Polo Nord non incontreremmo alcun cartello e la nostra bussola impazzirebbe se noi volessimo trovare un punto più a nord, perché non c'è un “più a nord” del Polo Nord.

Anzi, continuando a camminare nella direzione che avevamo dirigendoci 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 fondo del buco nero, la singolarità, non avremmo più riferimenti e sarebbe come trovarsi al polo nord a cercare un punto più a nord.

Se rapportassimo questo moto al tempo può darsi che torneremmo indietro nel tempo per ritrovarci al punto di partenza.

SPAZIO CURVO E DEVIAZIONE DELLA LUCE



Quindi Einstein all'epoca sosteneva che lo spazio si incurvasse in presenza di un corpo celeste, deviando perfino la luce. Ma fino al maggio 1919 tutto questo era ancora una teoria, nessuno aveva potuto sperimentare in laboratorio un effetto simile.

Fino all'eclisse totale di Sole del 29 maggio 1919.

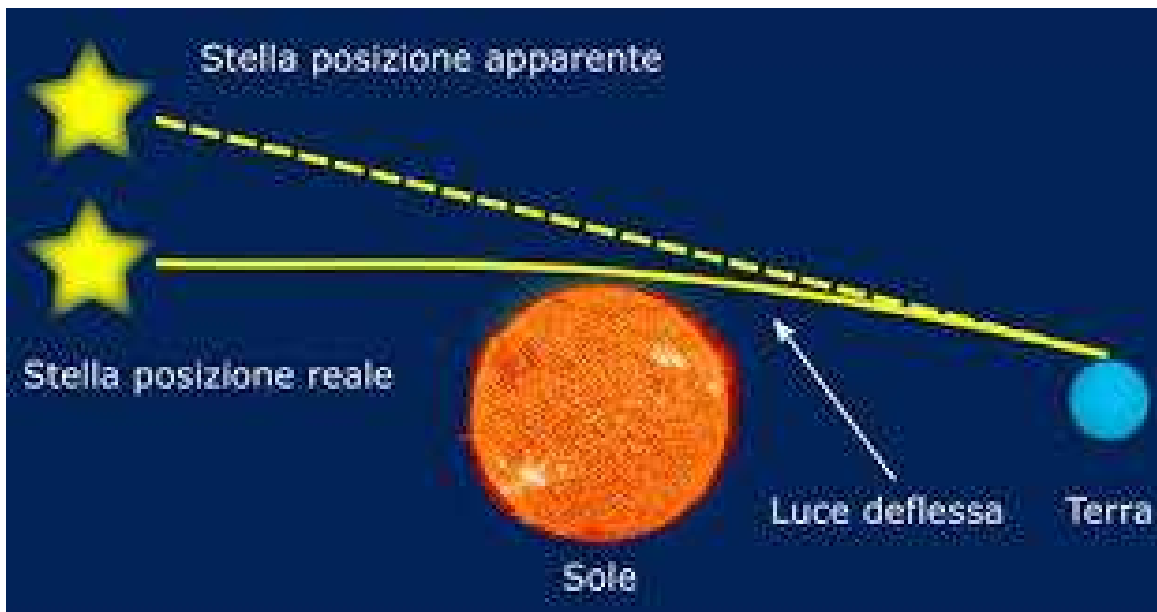
L'eclisse totale di sole è uno dei fenomeni più emozionanti che il cielo, ci possa regalare, la scomparsa del Sole, completamente oscurato dalla Luna che, in particolari condizioni, si frappone tra noi e il sole. A differenza dell'eclissi di luna dove nulla si frappone tra luna e terra ma è solo il cono d'ombra che crea la terra ad oscurare la superficie della luna.

Ma cos'aveva di speciale quell'eclisse, quella del 1929, tanto da convincere gli astronomi a organizzare ben due complesse spedizioni scientifiche in terre lontane? A loro non interessava il Sole, ma il buio: vedere le stelle. O meglio: di poterle vedere in presenza del Sole. Volevano sfruttare l'unica occasione disponibile in natura per osservare le stelle accanto alla massa del Sole, durante un'eclisse totale. Perché?

Pochi anni prima, nel 1915, Einstein aveva completato la sua Teoria della Relatività Generale, proponendo una rivoluzione culturale che riscriveva i concetti di spazio e tempo, e scavalcava la vecchia fisica di Newton. Il problema era riuscire a misurare la curvatura dello spaziotempo provocata da una massa nota, ma affinché l'effetto fosse misurabile serviva una grande massa. Dove reperirla? Non certo in laboratorio. Ma in cielo: lassù quell'enorme massa che ci brilla davanti agli occhi tutti i giorni. Il Sole: la massa più grande nei pressi della Terra.

Se la teoria della curvatura dello spazio fosse stata vera essa avrebbe imposto anche ad un fascio di luce di incurvare la propria traiettoria. Così, la luce delle stelle appena dietro al Sole avrebbe dovuto essere deflessa, piegata dalla deformazione spaziotemporale; pertanto, durante l'eclisse, eliminata la luce, ma non la massa del sole, queste stelle sarebbero apparse sullo sfondo buio del cielo, in una posizione lievemente diversa rispetto a quando il Sole non si trovava davanti a loro, di notte.

Per misurare lo spostamento delle stelle, perciò, occorre confrontare la loro posizione in due immagini, prese con e senza il Sole. Senza il Sole è facile: basta fotografarle di notte. Ma con il Sole davanti? Ci vuole un'eclisse.



Ebbene, quanto predetto da Einstein si avverò, l'osservazione delle immagini confermò la deflessione della luce fornendo una immagine apparente diversa da quella reale. Fu una delle conferme della curvatura dello spazio-tempo.

Questa immagine rappresenta il momento in cui una stella, la cui posizione reale nello spazio è nota perché l'abbiamo fotografata di notte, e sappiamo trovarsi proprio dietro il sole al momento dell'eclisse; pertanto, questa stella dovrebbe essere invisibile dalla terra. Ma la luce emessa da quella stella, quando arriva in prossimità del sole in eclisse, e quindi nei pressi della deformazione spaziale creata dal sole, segue la curvatura dello spazio-tempo creata dalla massa del sole e quindi seguendo il percorso obbligato della curvatura deflette dalla sua traiettoria dandoci l'impressione che la posizione della stella sia quella apparente e non quella reale. (parallasse)