

Block Notes Matematico

Stelle, buchi neri, wormhole e velocità superluminali: l'ultima frontiera della Fisica

ing. Rosario Turco, prof. Maria Colonnese



Perché alcune stelle si trasformano mentre altre spariscono?

Cos'è un buco nero? Cos'è un wormhole? Sono stranezze solo matematiche ed elementi teorici con cui si validano o si infrangono intere teorie della fisica?

Hanno un'utilità o sono solo paradossi? Sono reali e con quali condizioni si possono provocare?

Esiste un qualche elemento in comune tra l'estremamente grande e l'estremamente piccolo?

Un buco nero ed un wormhole sono la stessa e identica cosa? Si può superare la velocità della luce in essi? La velocità della luce è un limite fisico? Tutte domande in attesa di una definitiva risposta.

Il presente lavoro è il prosieguo di una serie di articoli dedicati alla Fisica, presenti nei riferimenti: [1][8][9], dove gli autori hanno provato a rispondere, in modo semplicistico e concreto, a molte domande, come quelle di sopra, su argomenti abbastanza complessi e la cui futura "conoscenza della verità" aprirebbe un avvenire notevole all'umanità intera.



La trattazione non è esaustiva, e costituisce un modesto spunto per chi volesse fare approfondimenti ulteriori.

mailto:rosario_turco@virgilio.it
mailto:maria_colonnese@alice.it

INDICE

.....	
Le stelle ed il loro ciclo di vita.....	2
Le singolarità ed i buchi neri.....	4
Il paradosso di Hawking	6
I wormhole: la soluzione Einstein-Rosen	7
L'effetto Casimir.....	10
Velocità superluminale	11
Conclusioni	12
<i>Riferimenti</i>	12

Le stelle ed il loro ciclo di vita

Abbiamo già visto in [9][10] che uno dei massimi esperti astrofisici su tali argomenti è *Stephen W. Hawking*. E' stato uno dei promotori, insieme a *Penrose* ed altri, delle attuali teorie in voga sui buchi neri.

L'uomo, però, è ancora ben lungi dal mettere un "punto fine" a questi difficili argomenti e solo con ulteriori esplorazioni con sonde, che inviano dati, si spera di poter riuscire a mettere insieme miliardi di informazioni, apparentemente inutili, fino a incasellare, ipotesi dopo ipotesi, ogni tessera del "grande mosaico della Natura".

Spesso i dati smentiscono un'ipotesi ed aprono nuovi problemi; in altri casi confermano una previsione. A volte si abbandona un'ipotesi a vantaggio di un'altra, apparentemente promettente, che, poi, finisce in un vicolo cieco e si torna a riprendere la prima abbandonata da anni.

Già nel 1783, *John Mitchell* scrisse un saggio nelle "*Philosophic Transactions of the Royal Society of London*" in cui sosteneva che se una stella avesse avuto massa e densità sufficientemente grandi, allora avrebbe prodotto un campo gravitazionale così grande che nemmeno la luce sarebbe stata capace di sfuggirle.

Mitchell non poteva assolutamente provare tale affermazione ai suoi tempi e d'altra parte la "*teoria Newtoniana*" applicata alle particelle falliva clamorosamente; difatti basta il seguente esempio: una palla di cannone (particella anche se molto grande) sparata in aria, arriva ad una certa altezza e poi, a causa, della gravità ricade a terra. Un fotone, invece, lanciato in aria, viaggia senza arrestarsi alla velocità della luce.

Per poter capire come la gravità influisse coerentemente con la luce, considerata sia onda ma anche particella (*dualità onda-particella*), si dovrà attendere il 1915 e la *teoria della relatività di Einstein*; a cui seguirà anche una verifica astrofisica sperimentale successiva (vedi [8]). Ma anche con questo risultato importante si dovette aspettare molto tempo, per poter comprendere meglio il comportamento delle stelle di notevole massa.

In ogni caso il concetto espresso da Mitchell nel Settecento coincideva proprio con quello che nel 1969 *John Wheeler* definì "*black hole*".

Per comprendere i buchi neri, non si può far a meno di descrivere il "*ciclo di vita*" (nascita e morte) di una stella.

Una stella si forma quando una notevole quantità di gas idrogeno si contrae, a causa dell'attrazione gravitazionale.

Questo fatto porta gli atomi del gas a entrare in collisione, sempre con maggiore probabilità e frequenza, il che fa aumentare la temperatura del gas. La temperatura, prima o poi, si innalza a tal punto che gli atomi di idrogeno si fondono tra loro e formano per "reazione nucleare" l'elio, sprigionando una notevole energia atomica (simile a quella di una bomba nucleare), che è proprio la luce che vediamo prodotta da una stella.

Questo calore aggiuntivo aumenta la pressione del gas ($PV = k R T$), inteso come sistema chiuso, e si oppone alla forza di gravità contro-bilanciandola; per cui la stella smette (o rallenta moltissimo il processo) di contrarsi, raggiungendo cioè un periodo, più o meno lungo, di stabilità; periodo che dura fino a quando, cioè, la stella non esaurisce il combustibile idrogeno disponibile.

Maggiore è la massa di una stella, maggiore è la temperatura necessaria a creare la pressione per contro-bilanciare l'attrazione di gravità e più velocemente si esaurisce il combustibile. Il Sole, ad esempio, ha combustibile sufficiente ancora per 5 miliardi di anni; ma stelle di massa maggiore dureranno solo qualche centinaio di milioni di anni, molto meno del Sole e dell'attuale età dell'Universo.

Ma se una stella finisce il combustibile, che succede? Inizia a raffreddarsi e di nuovo a contrarsi. Questo si iniziò a capirlo negli anni Venti.

In particolare lo studente universitario indiano *Subrahmanyan Chandrasekhar* in quegli anni riuscì a ipotizzare quanta massa avrebbe dovuto avere una stella per poter resistere al collasso provocato dall'attrazione di gravità, dopo che essa avesse esaurito tutto il combustibile (*stella fredda*).

L'idea che seguì Chandrasekhar era che se la stella si raffredda, allora gli atomi, a causa della contrazione si trovano molto vicini e, in tal caso, "scatta la repulsione" dovuta al *principio di esclusione di Pauli*, per cui gli atomi devono avere velocità diverse.

Ma se è così, gli atomi si allontanano, per cui la stella smette di contrarsi ed essa si può trovare in una sorte di equilibrio, a raggio costante, causato dal bilanciamento tra la forza di contrazione e quella di repulsione dovuta al *principio di esclusione di Pauli*.

C'è però un limite alla repulsione, causata dalla relatività: nulla può superare la velocità della luce!

Quindi esiste un valore limite di massa a cui, in assenza di combustibile, la forza di contrazione non è più bilanciata dalla repulsione; per cui la stella fredda è condannata a morire (o forse, come vedremo, sarebbe meglio dire a *trasformarsi in un altro oggetto* astrofisico).

Contemporaneamente e indipendentemente, Chandrasekhar e il russo *Lev Davidovic Landau* calcolarono che una stella fredda di una massa uguale ad una volta e mezza quella del Sole, non sarebbe in grado di tenersi in equilibrio e collaserebbe. Questo limite è detto *limite di Chandrasekhar*.

Se la stella fredda è di massa di dimensioni inferiori al limite di Chandrasekhar (non ha una massa critica) allora essa è in grado di mantenersi in equilibrio e viene detta "*nana bianca*".

Nell'Universo esiste un numero notevole di nane bianche e la prima di esse fu scoperta fu vicino a *Sirio (Cane Maggiore)*, la stella più luminosa nel cielo notturno. Le nane bianche, in particolare, devono l'equilibrio però alla *repulsione degli elettroni* nella sua materia. Sono *stelle elettroniche*.



Landau mostrò, inoltre, che esiste un secondo possibile limite per stelle fredde con una massa di valore una o due volte il Sole e contratte fino a dimensioni minori delle nane bianche stesse.

In queste stelle fredde l'equilibrio è ottenuto per la repulsione dei neutroni e protoni: sono le cosiddette *stelle di neutroni*, ad esempio le PSR (pulsar). Queste stelle hanno solo un raggio di una quindicina di Km e una densità di centinaia di milioni di tonnellate per centimetro cubo.

Ma ad una stella fredda, che non riesce a tenersi in equilibrio, che succede?

Ha tre possibilità:

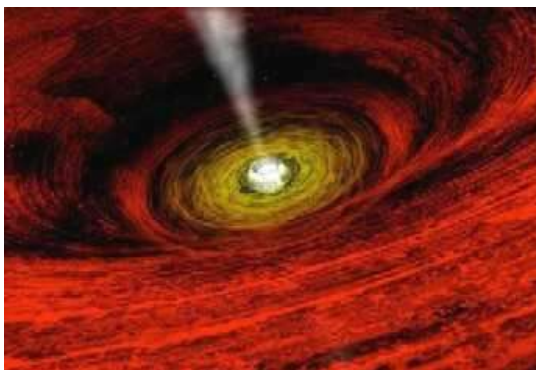
1. Scoppiare e distruggersi definitivamente
2. Scoppiare espellendo materia fino ad assumere una massa minore di quella critica per cui possa raggiungere un equilibrio.
3. Contrarsi sempre più fino a diventare un buco nero.

Il punto 2. avverrebbe casualmente, in quanto la stella non sa quanta massa deve perdere a priori; e d'altra parte, inoltre, potrebbe capitare che ulteriore massa si possa aggiungere ad una nana bianca o ad una stella di neutroni.

Di conseguenza il punto 2. è possibile ma meno probabile; mentre il punto 3. è il più probabile.

I buchi neri sono presenti nel nucleo di molte galassie e sono spesso dovuti all'esplosione di *stelle supernova*, ovvero stelle che hanno 8 masse solari e superano il limite di Chandrasekhar almeno 3,5 volte.

Le singolarità ed i buchi neri



Nel 1939 *Robert Oppenheimer* mostrò cosa sarebbe accaduto ad una stella con massa critica secondo la teoria della relatività.

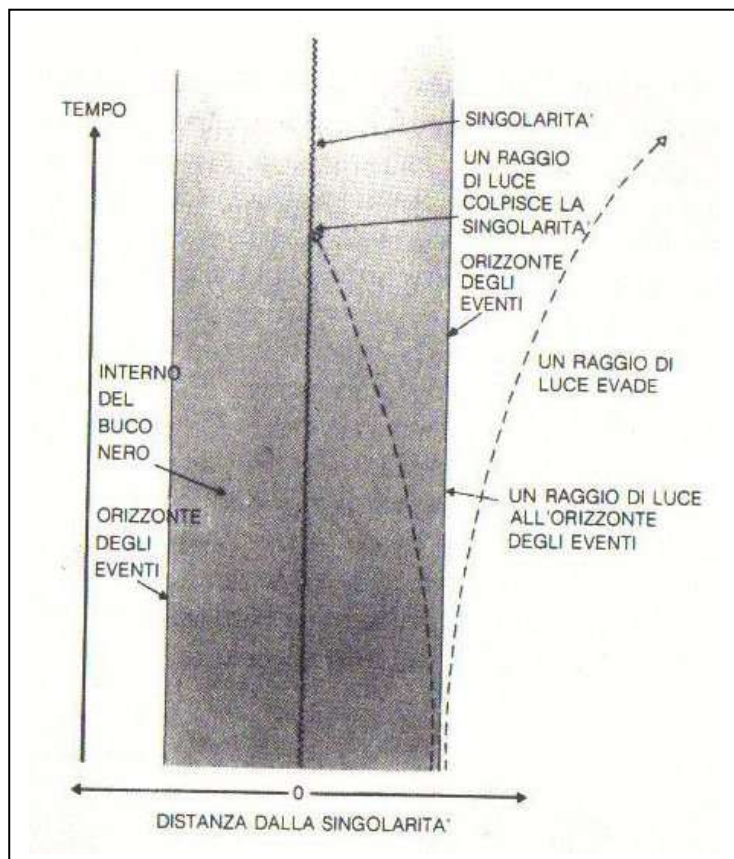
Il risultato però suggeriva che tale evoluzione non si sarebbe potuta osservare al telescopio.

Tale idea fu ripresa solo negli anni Sessanta.

Oppenheimer sosteneva, in sintesi, che il campo gravitazionale della stella riesce a modificare le traiettorie dei raggi di luce nello spazio-tempo, rispetto alla situazione della stessa luce che viaggia

non in prossimità di una stella. Questo esperimento è difatti osservabile facilmente in un'eclisse di Sole.

Se usiamo il concetto di Oppenheimer, per vedere cosa succede in una stella che tende a collassare, allora si osserva che il *cono di luce*¹, la traiettoria seguita dalla luce nello spazio-tempo, a causa della gravità della stella tende a deflettere o incurvarsi verso l'interno della stella.



Un osservatore esterno alla stella, all'aumentare della gravità, vedrebbe la stella sempre più rossa e quando la stella si contrarrà ancora di più, non sarà più osservabile nulla, ci sarà il buio (assenza di luce): il buco nero.

Il termine *singolarità* indica proprio una massa o una densità di massa infinita tale che la gravità non consente più alla luce, e a nessun altro oggetto, di uscire; ad esempio un buco nero oppure ciò che ha provocato il big bang (o successive esplosioni).

Un buco nero si definisce come l'insieme di eventi da cui non è possibile sfuggire sino ad una grande distanza.

Principio debole della censura cosmica

C'è anche un aspetto temporale da considerare; ovviamente la relatività generale ci ha insegnato che non dobbiamo pensare in termini di tempo

assoluto, ma di tempo relativo all'osservatore o al sistema di riferimento dell'osservatore.

Facciamo un esperimento concettuale: supponiamo che una persona sia arrivata su una stella, che si sta contraendo.

La persona inoltra un segnale radio all'astronave (che rappresenta un osservatore esterno) con una frequenza di un secondo. Il segnale, che è un'onda elettromagnetica come la luce, al contrarsi della stella e della gravità viene deflesso verso la stella; quindi all'aumentare della gravità della stella, aumenta sempre di più il tempo che il segnale impiega per arrivare all'astronave, proprio perché ha maggiori difficoltà a sganciarsi dalla gravità.

Nel caso limite, quando la stella fredda si è trasformata in buco nero, l'astronave dovrà attendere un tempo infinito per ricevere il segnale; mentre ovviamente chi è rimasto sulla stella alla fine sarà schiacciato dalla gravità!

Penrose diceva che questo è il principio debole della censura cosmica: "Per un osservatore esterno le singolarità nude non sono visibili".

¹ Vedi [12]

E' un principio debole perché l'osservatore esterno sebbene protetto (rispetto a chi viene schiacciato) non è in grado però di predire nulla sulla singolarità e su ciò che avviene all'interno.

La relatività generale afferma che oggetti pesanti con massa in movimento provocano increspature nello spazio-tempo e quindi producono onde gravitazionali che viaggiano alla velocità della luce.

Le onde gravitazionali come la luce, portano via energia agli oggetti che le generano; per cui ci si aspetterebbe che il sistema alla fine raggiunga uno stato stazionario. La Terra, ad esempio, nella rotazione attorno al Sole perde dell'energia, una quantità molto piccola, che la porta come traiettoria ad avvicinarsi al Sole di pochissimo sempre di più; per cui occorreranno mille milioni di milioni di milioni di anni prima che la Terra collassi sul Sole (o il Sole, in termini di stella, sparisca prima, ma anche qui si calcolano svariati milioni di milioni di anni).

Durante il collasso di una stella però i movimenti sono molto più rapidi e la perdita di energia è più rapida. Per cui una stella ci mette molto meno a stabilizzarsi in uno stato stazionario, che dipende dalla rapidità di rotazione, dalla massa, dalla composizione chimica della stella, dalla densità e dai complessi movimenti dei gas al suo interno.

Nel 1967 lo studio dei buchi neri fu rivoluzionato da *Werner Israel*. Egli mostrò con la relatività generale che i buchi neri non rotanti potrebbero essere di forma sferica e che la loro dimensione dovesse dipendere solo dalla massa. In particolare tali oggetti potevano essere descritti con le equazioni di *Schwarzschild*, trovate già nel 1917 appena dopo la formulazione della relatività.

Israel, inizialmente, sostenne che un buco nero sferico potesse nascere solo da una stella sferica, ma poiché non esistevano stelle perfettamente sferiche allora il collasso di una stella reale avrebbe portato ad una singolarità nuda. Sebbene questa conclusione non andasse bene, il merito di Israel era stato di aver introdotto una semplificazione che suggerisse ulteriori intuizioni.

Penrose e John Wheeler sfruttando l'idea di base sostennero che la sfericità era raggiungibile, invece, da un buco nero in rotazione che emette onde gravitazionali e che perde energia fino a farlo raggiungere lo stato stazionario. Idea oggi considerata valida. In sostanza se la rotazione è zero il buco nero è perfettamente sferico come si ottiene dalla soluzione delle equazioni di Schwarzschild, mentre se la rotazione è diversa da zero allora il buco nero è sferico ma con un rigonfiamento equatoriale (soluzione di *Kerr*).

Tutto questo era ancora allo stato di congettura, ma nel 1970 *Brandon Carter* dimostrò che la soluzione di Kerr era realmente possibile, purché il buco nero avesse un asse di simmetria, la cui esistenza fu dimostrata da *Hawking*. *David Robinson* messe tutto insieme e dimostrò il contrario, cioè che un buco nero con asse di rotazione doveva per forza essere una soluzione di Kerr.

Con questo risultato era chiaro che dopo il collasso gravitazionale un buco nero può ruotare ma non pulsare e che le sue dimensioni e la forma dipendono solo dalla massa e dalla velocità di rotazione.

Il paradosso di Hawking

Nella figura dello spazio degli eventi precedente si vede che il confine del buco nero detto "orizzonte degli eventi" è costituito dalle traiettorie nello spazio-tempo dei raggi di luce che non riescono ad abbandonare il buco nero.

Se ci riflettiamo meglio le traiettorie non possono avvicinarsi le une con le altre, perché si scontrerebbero; per cui tali traiettorie sono o parallele, o si allontanano tra loro o finiscono nella singolarità. Questo ha però una conseguenza: se i raggi di luce che formano l'orizzonte degli eventi

sono solo paralleli, allora l'area dell'orizzonte degli eventi può rimanere solo uguale o aumentare, ma mai diminuire. Tale area aumenta proprio quando cadono luce, materia o energia nel buco nero.

Se due buchi neri entrassero in collisione fino a fondersi in un unico buco nero, si otterrebbe un'area orizzonte degli eventi maggiore o uguale a quelle dei due buchi neri di partenza (maggiore a causa dell'entropia).

La proprietà dell'area dell'orizzonte degli eventi di non diminuire mai, ricorda il concetto termodinamico di *entropia*, ovvero il grado di disordine di un sistema (secondo *principio della termodinamica*). E' noto che se si lascia un sistema a sé stesso, esso tende al disordine. Se si crea ordine dal disordine occorre impiegare tempo ed energia e l'energia finale del sistema in ordine è minore.

Jacob Benstein suggerì, difatti, che l'area dell'orizzonte degli eventi è una misura dell'entropia del buco nero; per cui nell'esempio precedente di fusione di due buchi neri, l'entropia finale è maggiore della somma delle due iniziali per il secondo principio della termodinamica.

Se è vera l'entropia, allora dovrebbe esserci correlata una temperatura ed il corpo dovrebbe emettere radiazioni ad una certa frequenza. Da qui ne conseguirebbe che il buco nero dovrebbe emettere una radiazione, mentre per definizione non dovrebbero emettere niente.

La contraddizione, nota come "paradosso di Hawking", a cosa era dovuta? Inoltre, per il principio di indeterminazione della meccanica quantistica, come suggerito da studiosi sovietici *Yakov Zel'dovic e Aleksandr Starobinskij*, un buco nero, rotante o non rotante, deve creare ed emettere particelle.

Il paradosso era risolvibile solo grazie alla meccanica quantistica! Le particelle create ed emesse non provengono dall'interno del buco nero, ma dal vuoto quanto meccanico, appena fuori dello spazio degli eventi del buco nero. Per la meccanica quantistica applicata ai campi, il vuoto non può avere campi nulli perché violerebbe il principio di indeterminazione: avrebbe un valore preciso (zero) e una precisa velocità di variazione (nulla anche in questo caso). Nel vuoto c'è un minimo di incertezza o di fluttuazioni quantiche e queste fluttuazioni si possono immaginare dovute a particelle virtuali di luce o di gravità o di materia e antimateria che appaiono per un certo tempo, si separano, si ricongiungono annichelendosi a vicenda.

Tale fatto però contrastava ancora teoricamente con il principio della meccanica quantistica dell'*unitarietà*; cioè, in teoria, conoscendo la posizione di ogni singola particella nello spazio-tempo dovremmo essere in grado, andando a ritroso, di conoscere la storia del nostro universo fino alle sue origini.

Una radiazione proveniente da un buco nero, che secondo Hawking sarebbe originata appena al di qua dell'orizzonte degli eventi, comporterebbe però una perdita di informazione perché non collegabile a ciò che non possiamo vedere al di là dell'orizzonte.

I wormhole: la soluzione Einstein-Rosen

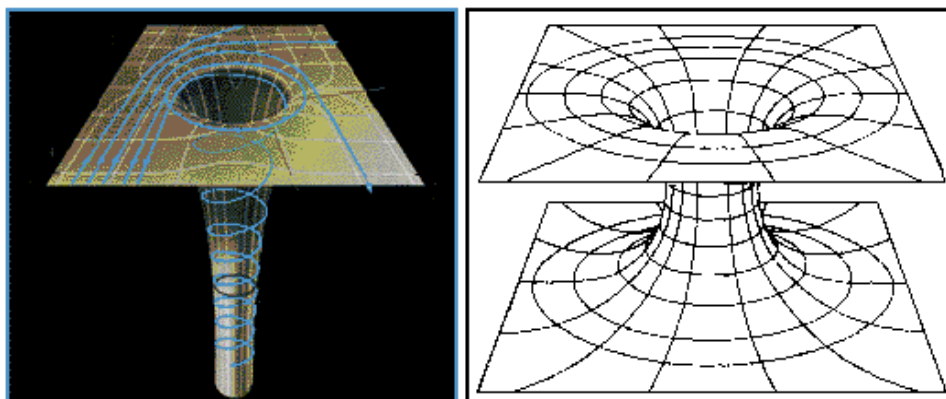
Con buchi neri con una propria rotazione sarebbe possibile non andare incontro alla singolarità per il semplice fatto che essa non esisterebbe nell'imbutto nucleo-orizzonte degli eventi.

Einstein e Rosen, avevano però dato una spiegazione molto differente al fenomeno dei buchi neri, prendendo spunto da un'equazione della relatività generale: la simmetria rispetto al tempo.

Preso una soluzione dell'equazione, si può cioè immaginare che il tempo scorra indietro anziché in avanti e si otterrà un'altra soluzione matematicamente valida.



Da ciò discende che in presenza di un buco nero capace di attrarre la materia in sé senza rilasciarla, si può immaginare un *buco bianco* in grado unicamente di emettere materia.



La soluzione dell'equazione di un buco nero data da *Einstein e Rosen* prevedeva proprio la presenza di un *buco bianco* e di un buco nero collegati da un tunnel gravitazionale o *wormhole* che potrebbe mettere in comunicazione due parti differenti del nostro universo o persino due universi differenti, nel senso che la parte dello spazio-tempo presente all'uscita dal buco bianco sarebbe collegata al nostro universo attraverso il solo buco nero e non sarebbe raggiungibile in altro modo.

Un buco nero in rotazione ha anche un effetto collaterale rispetto al caso calcolato da Schwarzschild.

Il movimento angolare di esso, probabilmente ereditato dalla stella originaria, sarebbe in grado di farci evitare la singolarità, ma creerebbe un'area esterna all'orizzonte degli eventi, definibile come *ergosfera*, la cui principale caratteristica è l'instabilità gravitazionale, con materia attratta nel nucleo procedendo lungo l'asse di rotazione del buco nero: un vero aspiratutto!

Proprio tale comportamento permette di rilevare, con i radiotelescopi, la presenza dei buchi neri in alcuni sistemi stellari binari, nei quali è rimasta visibile un'unica stella che perde materia in favore di un "qualcosa", avente una massa sicuramente di un buco nero.

Tra l'altro la soluzione Einstein Rosen salvaguarderebbe la legge fisica generale del "Nulla si crea e nulla si distrugge", nel senso che la materia o energia non può arrivare alla distruzione totale in una singolarità senza almeno cedere nulla in cambio.

In ogni caso, come visto sopra, esistono delle soluzioni delle equazioni della relatività generale che, almeno in teoria, permetterebbero di vedere una singolarità nuda, una sorta di cunicolo (*wormhole*) attraverso cui passare.

A detta di molti esperti esse sono, però, soluzioni molto instabili, tali che la presenza di un oggetto, come un'astronave, potrebbe poi alterarle e l'oggetto finirebbe con lo sbattere sulla singolarità, anzichè attraversare il cunicolo.

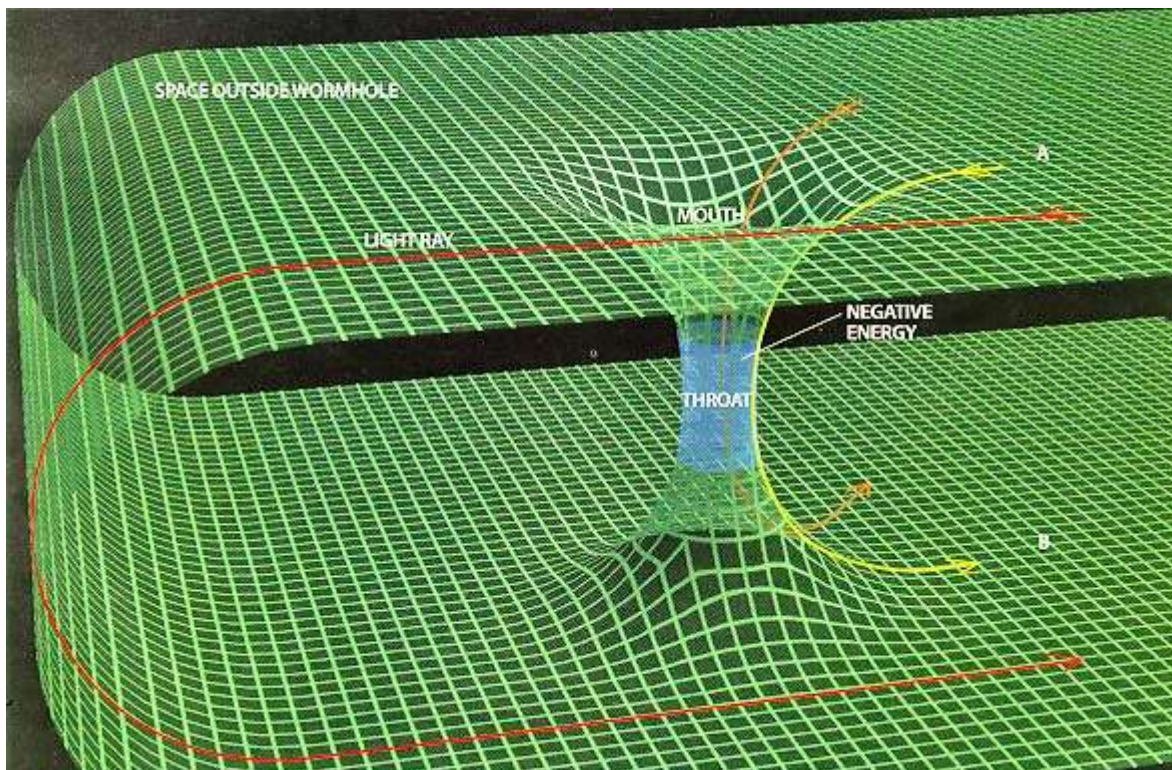
Il principio forte della censura cosmica

Per quanto detto prima ciò significherebbe, almeno intuitivamente, che le singolarità, per tali soluzioni, sono posizionate solo nel futuro.

La *versione forte del principio della censura cosmica* afferma, difatti, che “le singolarità o sono nel futuro (come le singolarità del collasso gravitazionale) o nel passato (come nel big bang)”.

I wormhole sono, in sostanza, dei cunicoli che mettono in collegamento breve (*short cut*) due parti intra-universo (due punti di uno stesso universo) o inter-universo (due punti tra universi diversi), come in figura.

Il percorso normale è molto lungo (in figura è quello sulla superficie con la linea rossa), mentre quello breve è molto rapido. Certamente uno short cut tra due universi diversi è quella che per una mente umana è meno immaginabile, ma in teoria possibile.



Se i wormhole fossero usabili tecnologicamente e sicuri, se fossero addirittura provocabili a piacimento, potrebbero dare il via anche rapidi spostamenti e viaggi interstellari, a nuove tecnologie e migliori conoscenze e al teletrasporto.

Ma i black hole ed i wormhole sono la stessa cosa? A questo quesito si potrebbe rispondere che potrebbero essere lo stesso oggetto o per lo meno “parenti molto stretti”, visto che manipolando le

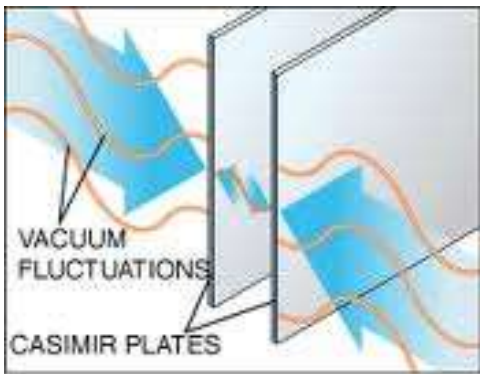
equazioni della relatività e considerando i black hole, si arrivano a varie soluzioni, di cui alcune suggeriscono la presenza dei wormhole.

I wormhole sono caratterizzati da energia negativa e da proprietà bizzarre: possono aprire un portale verso un altro universo, però si tratterebbe, al momento, di un viaggio di sola andata perché sono instabili e non possono restare aperti per molto tempo (e da soli).

L'effetto Casimir

Sapendo che in gioco c'è energia negativa, gli studiosi hanno ripensato all'*effetto Casimir*, che fu predetto nel 1948 dal fisico olandese *Hendrick Casimir*, come un fenomeno della meccanica quantistica e, aggiungiamo noi, del vuoto quanto meccanico.

In pratica l'effetto nasce tra due piastre conduttrici affacciate tra loro, come un condensatore piano, e per nulla cariche: tra le piastre si esercita però una forza attrattiva, quindi un'energia negativa, che non era intuibile e spiegabile con la fisica classica.



Nella fisica classica la regione dove sono presenti cariche oppure dei campi sono ritenute vuote; mentre solo nella fisica quantistica si accetta, col principio di indeterminazione, che lo spazio non è vuoto, a causa della comparsa e scomparsa di particelle e antiparticelle virtuali, quindi lo spazio non è uno *stato a zero energia*, lo è solo complessivamente nel tempo.

In sostanza l'effetto è spiegabile col fatto che all'esterno delle piastre lo spazio è meno vuoto in termini quanto meccanici di quello esistente tra le piastre, per cui lo spazio esterno ha una densità di energia maggiore di quello interno; di conseguenza si verifica un effetto di attrazione.

La forza attrattiva, che si verifica per l'effetto Casimir, tra due piastre piane di superficie S e a distanza d è:

$$F = \pi \cdot \frac{hc}{480d^2} S$$

Dove h è la costante di Planck e c la velocità della luce.

L'effetto della forza di Casimir però è molto piccolo e rilevabile solo quando la distanza d tra le piastre è di qualche micron e, quindi, al momento è interessante ed impiegabile nelle *nanotecnologie* e siamo ancora lungi di avere uno strumento per provocare un wormhole e mantenerlo aperto stabilmente.

Al contrario per un wormhole deve esistere un'enorme energia negativa. Cosa la provoca ciò nel wormhole? È un problema ancora allo studio, ma sappiamo di sicuro che il buco nero ad una certa distanza critica dà luogo ad una forza di attrazione irresistibile, sfruttabile, forse, da taluni cunicoli o short cut.

Da un punto di vista fisico, forse, un elemento in comune tra l'estremamente grande (l'universo e le stelle e i wormhole) e l'estremamente piccolo (la meccanica quantistica) è proprio il concetto del "vuoto quanto meccanico".

I wormhole potrebbero essere proprio un ambiente di “vuoto quanto meccanico”, anche su grandi dimensioni, dove appaiono e spariscono di continuo particelle e antiparticelle virtuali, che potrebbero passare da una parte ad un'altra dell'universo o degli universi (*multi versi*). L'unica vera differenza però è la grande energia negativa in gioco in essi.

Ma i wormhole contribuiscono al passaggio istantaneo delle forze in punti diversi e lontani dell'universo? Forse sì, forse sono dei “*naturali acceleratori di particelle*”.

Nel 2004 *Samir Mathur*, però, ha applicato ai buchi neri un modello strutturale basato sulla *teoria delle stringhe* (vedi [8]), nella quale le particelle sono considerate delle lunghe corde o stringhe in continua vibrazione, e con tale vibrazione si giustificherebbe la radiazione di Hawking e si riuscirebbe ad avere informazioni su quanto è entrato nell'area dell'orizzonte degli eventi e successivamente fuoriuscito, eliminando il paradosso.

Lo stesso Hawking, ha rivisto la sua teoria e spiegato come la soluzione del *wormhole* tra due universi differenti (multi - versi) non sarebbe sostenibile se l'informazione venisse effettivamente restituita al nostro spazio-tempo dal buco nero. In tal caso si entrerebbe come materia e si uscirebbe sotto forma di radiazione termica o energia. In generale però si tratta di teorie molto giovani e recenti, da affinare e rivedere ulteriormente.

Velocità superluminale

Ma la luce è veramente un limite fisico nell'universo tridimensionale o multi-dimensionale?

L'effetto Casimir e l'esperimento effettuabile con le piastre ha portato ad un'altra intuizione: la luce o un segnale elettromagnetico in un ambiente come quello delle piastre, a distanze molto ridotte, a che velocità andrebbe? In realtà ad una velocità maggiore di 300.000 Km/s!

Attenzione di non fraintendere il tutto: quello che cambia è il valore della velocità della luce, che incrementa anche di un fattore da 20 a 40 volte quello normale (cioè anche la luce va più veloce sotto certe condizioni), per cui la luce rimane un limite fisico e la relatività è ancora vera.

Da diversi anni si è scoperto, nel mondo tridimensionale e multi-dimensionale (la luce è un fenomeno fisico valido sia per le *brane* che i *bulk* - vedi [9]), che particolari segnali (dei veri impulsi a forma di 'X'), che riescono a condensare molta energia o informazioni, possono viaggiare anche ad una velocità superiore a quella nota della luce: sono i *segnali superluminali* (Vedi [13]).

Se è come si suppone, ben presto assisteremo a nuove rivisitazioni della fisica in generale e degli ulteriori contributi della relatività in particolare.

I segnali superluminali oltre a viaggiare ad una velocità maggiore della normale velocità della luce (*velocità superluminale*) sono caratterizzati da una particolare proprietà: se il percorso è molto lungo, e lo diventa sempre di più, sono in grado di attraversare non solo il percorso molto velocemente; ma, teoricamente, potrebbero tornare alla partenza prima ancora di esser partiti! E' come dire che teoricamente possibile *un ritorno nel passato*.

Senza per nulla esagerare nell'attuale euforia, i segnali superluminali potrebbero rivoluzionare il nostro mondo pratico, prima ancora che qualcuno se lo aspettasse e senza che alcun scrittore di fantascienza ne abbia solo fatto accenno.

Verrebbero rivoluzionati settori come le telecomunicazioni e le reti (INTERNET etc.), quello dei computer (compreso quelli paralleli) e di ogni dispositivo elettronico ma soprattutto verrebbero

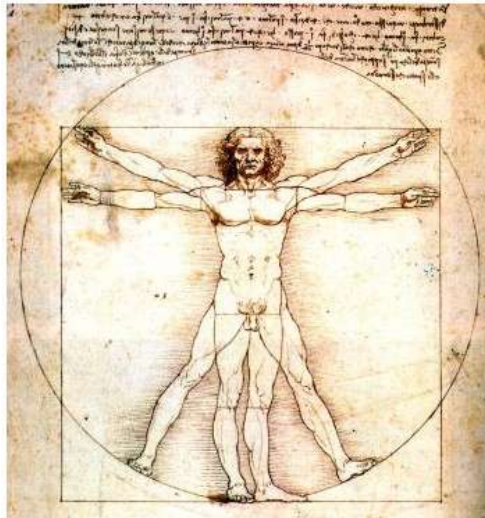
realizzati nuovi acceleratori di particelle, ad un costo molto minore di quelli attuali e raggiunte, forse, più facilmente, le energie elevate e tanto attese per i nuovi esperimenti.

Conclusioni

Molte delle teorie viste nell'articolo attendono ulteriori riscontri sperimentali e affinamenti teorici; ma, forse, proprio questo secolo metterà a nudo moltissime verità che *“finora nessun essere umano avrebbe potuto mai immaginare”*.

Le tecnologie, l'aumento del tasso culturale mondiale, le innumerevoli discipline scientifiche, le Social Network scientifiche e la globalizzazione, contribuiscono oggi ad un'incredibile velocità di progresso, maggiore di quella finora vista dai nostri nonni tra l'Ottocento (“i Mille di Garibaldi”) ed il Novecento (“lo sbarco sulla Luna”). Molti di noi saranno fortunati ad assistere a notevoli scoperte prima di essere nelle mani del nostro Dio universale e benevolo.

Riusciremo noi o i nostri figli a vedere la realizzazione del teletrasporto e ad usarlo?



Riferimenti

- [1] Rosario Turco, Maria Colonnese - Congettura di Yang e Mills o del “gap di massa”.
- [2] Lisa Randall - Passaggi curvi – I misteri delle dimensioni nascoste dell’universo
- [3] Leon Lederman con Dick Teresi – La particella di Dio – Se l’universo è la domanda qual è la risposta?
- [4] Albert Einstein, Leopold Infeld – L’evoluzione della Fisica
- [4] Mikio Kaku – Mondi Paralleli
- [6] FritJof Capra – Il Tao della fisica - Adelphi
- [7] RaminusFalcon, FilippoQ - Geometrie non euclidee - wikibook
- [8] Rosario Turco, Maria Colonnese - Le dimensioni extra nascoste, la particella di Higgs ed il vuoto quantomeccanico, supersimmetria e teoria delle stringhe
- [9] Rosario Turco, Maria Colonnese – Teoria delle stringhe e delle brane
- [10] Stephen W. Hawking – Dal Big Bang ai buchi neri
- [11] <http://diamante.uniroma3.it/hipparcos/buchineri.htm>
- [12] http://it.wikipedia.org/wiki/Spaziotempo_di_Minkowski
- [13] http://it.wikipedia.org/wiki/Velocit%C3%A0_superluminale