

Parte 5: Ancora sulla "nascita" e "morte" della Materia

Primo Galletti Aldo Aluigi

Roma, 28 Febbraio 2002

Si é parlato della "*morte*" di vecchia materia mediante il meccanismo dei collassi cosmici dei nuclei dei *Quasar a Nucleo Multiplo* (QNM) e della "*nascita*" di nuova materia che ci viene rivelata dalla presenza di "notches" sovrapposti al segnale principale registrato dal rivelatore ¹.

La presenza dei "notches" si é potuta osservare soltanto dopo la installazione della seconda camera termostatica, la quale ha permesso di stabilizzare la temperatura del sensore entro *alcuni milliKelvin*.

L'intervallo di acquisizione delle letture era, nel frattempo, rimasto invariato con 1 lettura ogni venti minuti ed é rimasto tale fino ad Aprile 2001 quando é stato installato un nuovo Data Logger (Agilent 34970A) con il quale é iniziata una nuova serie di acquisizioni con *1 lettura ogni minuto*.

Questo aumento sensibile della risoluzione temporale (20 volte) ha permesso di:

- stabilire con precisione la forma dei "notches"
- ridurre l'incertezza sulle dimensioni del nucleo al momento della sua "uscita" dall'Universo.

Tutto ciò é stato possibile anche grazie alla relativa "calma gravitazionale" che era presente dalla fine del 1999 la quale ha permesso di registrare, nel il periodo Luglio-Ottobre 2001, alcuni collassi poco disturbati dal segnale sottostante.

1 La "nascita" di nuova materia nell'Universo

La seguente analisi si basa sulla raccolta dei "notches" registrati con il nuovo Data Logger a partire da Maggio 2001 fino a Dicembre 2001.

Dai grafici risulta evidente come la forma di questi notches" sia alquanto diversa da quella riportata in precedenza. I "notches" hanno una *forma rettangolare* di ampiezza negativa con il fronte di discesa della durata circa 1 minuto ed il fronte di risalita che sembra essere piú ripido di quello di discesa (si vedano i **Grafici, 2001_06_N1, 2001_08_N1, 2001_08_N3 e 2001_10_N1**).

¹Si vedano le **Parti 2 e 3** di *Un rivelatore di Onde Gravitazionali*.

L'abbassamento del segnale é di circa $2 \div 3$ mV mentre la durata é alquanto variabile e puó andare da *una decina di minuti fino a diverse ore* (si vedano i **Grafici 2001_05_N2, 2001_08_N3, 2001_09_N12, 2001_10_N2 e 2001_10_N3**).

I "notches" con ampiezza piú elevata hanno anche i fronti di discesa/risalita piú ripidi. É possibile distinguere molto chiaramente "notches" di ampiezze di $2 \div 3$ mV con fronti che durano *alcune decine di secondi* ed altri "notches", quasi irriconoscibili, con ampiezze di $100 \div 200$ μ Volt e fronti della durata di *alcuni minuti* (si vedano i **Grafici 2001_08_N2, 2001_10_N4 e 2001_10_N5**). É evidente la presenza del *redshift* anche in queste onde!

Nei **Grafici 2001_09_N6, 2001_09_N90 e 2002_01_N1** si possono osservare alcuni "noise" dovuti ai black-out sulla rete elettrica di alimentazione (esterna). Questi grafici mostrano in modo abbastanza chiaro che i "notches" osservati *non sono la registrazione di disturbi esterni* i quali, come é stato già detto, si manifestano con picchi positivi che si esauriscono dopo alcuni minuti.

Anche quanto é riportato nel **Grafico 2001_08_N0** non sono "notches". In questo caso si tratta di una serie di *disturbi interni* prodotti da una saldatura "fredda" presente sul ponte di Wheatstone e che é stata subito riparata.

La maggior parte dei "notches" che si osservano sono sovrapposti al fronte di discesa dell'onda principale, mentre sono molto rari quelli sul fronte di salita. La **Figura 1** fornisce una spiegazione a questo.

Dalla figura é facile convincersi che i "notches" sovrapposti al fronte di discesa sono quelli che si generano vicinissimi alla perpendicolare al fronte di propagazione d'onda principale passante per l'osservatore (e.g. N1 e N4), mentre quelli di ampiezza maggiore che arrivano con ritardi piú elevati sono generati a latitudini maggiori (e.g. N2 e N3).

2 Il ciclo di vita della materia

A quanto é stato già detto sul *ciclo di vita della materia* nell'Universo si vuole aggiungere quanto segue.

1. Questa materia che "nasce" per la prima volta si troverebbe allo stato piú o meno diffuso "sepolta" nello spazio in corrispondenza dei punti dove la vediamo "nascere".
2. Il fronte di discesa corrisponde al momento in cui la materia che preme per "entrare" riesce a "forare" lo spazio. L' "ingresso" della materia si ha per tutta la durata dell'onda, mentre il fronte di risalita rappresenta la "richiusura" dello spazio una volta che il fenomeno si é esaurito.
3. L'ampiezza dei "notches" rimane costante per tutta la durata del fenomeno. Ciò significa, in pratica, che *la quantità di materia che entra nell'unità di tempo é sempre piú o meno la stessa* o, se si preferisce, l' "apertura" che viene prodotta nello spazio avrebbe, piú o meno, le stesse "dimensioni".

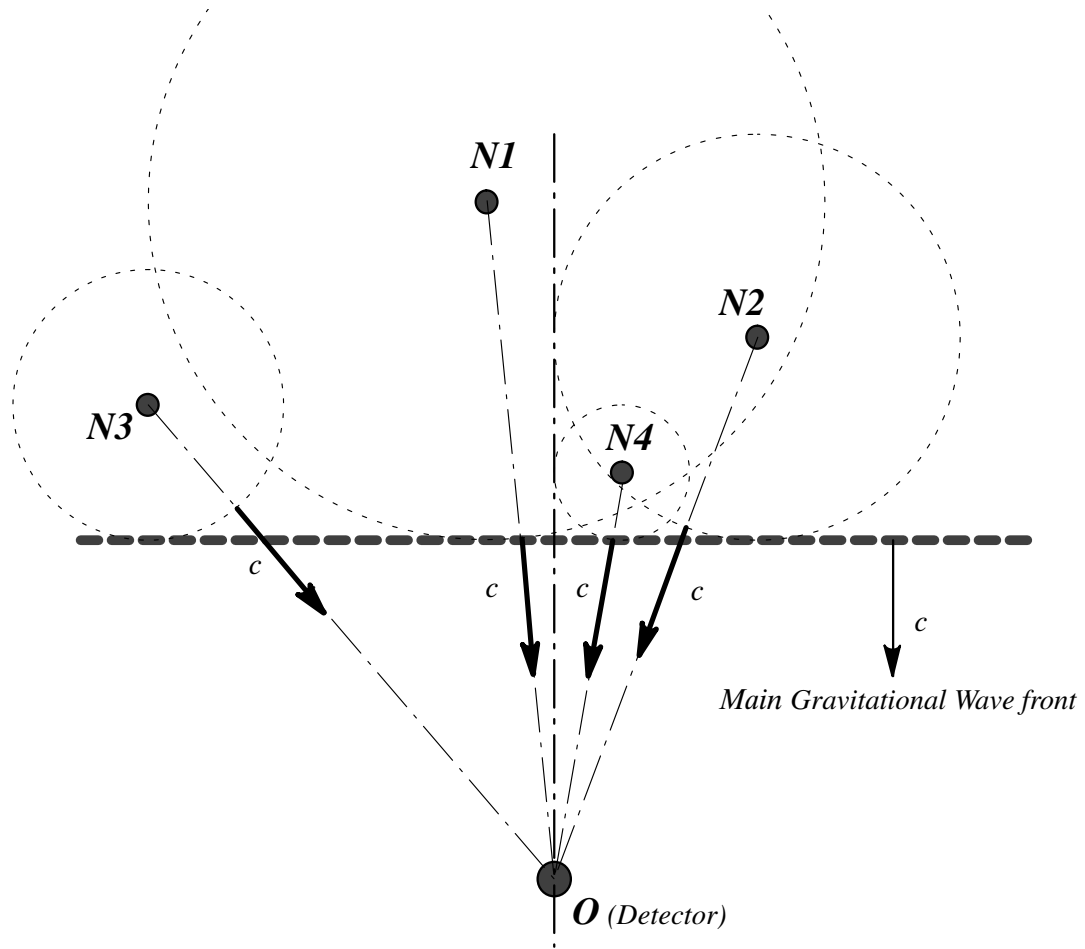


Figura 1: La nascita di "bolle" di "nuova" materia

4. Si ritiene che la nascita di queste "bolle" possa avvenire piú facilmente in regioni dove non vi sono concentrazioni di materia in quanto la "foratura" dello spazio sarebbe piú facile laddove questo é meno "addensato" ².
5. Avrebbero questa origine le numerose *nubi di idrogeno neutro* presenti nell'Universo ³.
6. Questa nuova materia andrebbe, dunque, a *riempire le zone lasciate "vuote" dai collassi generali dei QNM*. Le nubi di idrogeno piú grandi formeranno le giovani galassie, mentre quelle piú piccole evolveranno in giovani ammassi stellari che saranno attratti dalle galassie piú grandi rifornendole di materia "fresca".

²Si tenga presente che *la materia "addensa" lo spazio intorno a sé* e questo addensamento é tanto maggiore quanto piú elevata é la sua concentrazione.

³Si vedano, anche, le numerose galassie a bassa intensitá superficiale scoperte di recente.

7. Inoltre, la nascita di questa materia sarebbe *stimolata dalle onde gravitazionali di elevata intensità* prodotte durante i collassi dei nuclei dei QNM. Pertanto, il passaggio di queste onde lascierebbe dietro di se una scia di "bolle" che espandendosi producono i "notches" osservati.
8. In un Universo in perenne espansione, dove la "vecchia" materia viene "eliminata" attraverso il meccanismo dei collassi cosmici, la "nascita" di nuova materia é un *elemento essenziale per mantenere l'Universo sempre "giovane"*, come é dimostrato dalle elevate quantità di idrogeno in esso presenti.

3 Sulla "uscita" di un nucleo di un QNM

L'aumento della risoluzione temporale nelle acquisizioni ha rivelato alcuni particolari di grande interesse riguardanti il momento della "uscita" di un nucleo di un QNM dall'Universo.

I collassi che si sono presentati tra Agosto e Ottobre 2001 (v. **Grafico 2001_05**) sono stati registrati anche con il nuovo Data Logger, il quale era già in funzione da alcuni mesi ed era stato predisposto per 1 lettura ogni minuto. É stato, quindi, possibile registrare con precisione anche il momento dell' "uscita" di alcuni di questi nuclei.

Nel **Grafico 2001_08_P1** é riportato in dettaglio il picco primario registrato l'11 Agosto 2001, mentre nel **Grafico 2001_10_P1** é riportato quello del 12 Ottobre 2001. La registrazione di Agosto risulta particolarmente nitida e precisa in quanto non erano presenti variazioni significative dell'onda sottostante, mentre quella di Ottobre lo é un pó meno.

Ciò che si rileva dal **Grafico 2001_08_P1** é sorprendente. *L'uscita del nucleo avviene in un tempo inferiore al minuto* invece dei 10 ÷ 15 minuti che si erano ipotizzati in precedenza!

Con questo dato a nostra disposizione é possibile calcolare con maggiore precisione il limite superiore per le dimensioni del nucleo al momento della sua "uscita" dall'Universo. Le onde registrate hanno un redshift $z = 5.5$ per cui se assumiamo pari a 1 minuto il tempo (misurato) della durata della inversione di pendenza del segnale, dividendolo per l'allargamento w dell'onda $w = z + 1 = 5.5 + 1 = 6.5$ si ottiene che il *tempo effettivo* risulta inferiore a circa 10 secondi.

Come é possibile che un oggetto del genere, che abbiamo visto possedere una *massa di alcuni miliardi di masse solari*, possa "scompare" in così breve tempo?

Analizziamo piú in dettaglio come avviene questo fenomeno. Man mano che la materia cade sul nucleo questo si contrae a causa dell'aumento del suo campo gravitazionale. Quindi, la pressione gravitazionale (esterna) esercitata (dallo spazio) sulla materia aumenta progressivamente man mano che il nucleo incrementa la sua massa.

Ma con l'aumento del campo gravitazionale si riduce anche la velocità della luce sulla superficie del nucleo.

La pressione (interna) esercitata dalla materia (sullo spazio), che é direttamente proporzionale all'energia (elettromagnetica) da questa posseduta, si riduce in quanto é direttamente proporzionale al quadrato della velocità della luce ⁴.

Fino a che il nucleo rimane al di sopra di certe dimensioni (critiche) la materia é in grado di "resistere" alla pressione gravitazionale. Al disotto di queste, la pressione gravitazionale prende il sopravvento su quella elettromagnetica per cui inizia il collasso ⁵.

La fase di collasso dura circa 3 giorni effettivi, per cui il raggio critico al momento del collasso risulterebbe pari a:

$$R_N \approx 3 \text{ giorni} - \text{luce} = 3 \cdot 86,400 \cdot 300,000 = 7.8 \cdot 10^{11} \text{ km} (\approx 5,000 \text{ AU})$$

ossia il nucleo avrebbe dimensioni di circa 100 volte superiori a quelle del nostro Sistema Solare.

Il collasso continua fino a che le dimensioni del nucleo si riducono ad un valore tale da aversi la "curvatura" dello spazio intorno al nucleo per cui questo "sprofonda" nello spazio stesso.

A questo punto noi diciamo che *il nucleo é "uscito" dall'Universo in quanto non fa piú sentire i suoi effetti gravitazionali* ⁶.

Le sue dimensioni al momento della "uscita" sarebbero quindi:

$$R_N \leq 10 \text{ secondi} - \text{luce} = 10 \cdot 300,000 = 3 \cdot 10^6 \text{ km}$$

⁴La materia che esce dall'Universo attraverso il meccanismo collassi cosmici é materia "morta" ossia materia priva o quasi di energia (elettromagnetica) a causa della bassissima velocità della luce che si ha sulla superficie del nucleo.

⁵Le onde gravitazionali di elevata intensità trovano il loro analogo bidimensionale nelle *onde solitarie che si propagano nei bacini*. Per queste onde (bidimensionali) esiste la seguente relazione tra la velocità di propagazione c dell'onda e la profondità h del bacino:

$$c \propto \sqrt{h}$$

Nel caso delle onde gravitazionali (tridimensionali) si ha, invece:

$$c \propto \sqrt[3]{\frac{1}{\delta}}$$

dove δ é la densità dello spazio.

L'inverso di h può essere facilmente assimilato ad una densità!

⁶L' "uscita" e l' "ingresso" del nucleo di un QNM trova il suo analogo bidimensionale nel ben noto esperimento di Fisica che va sotto il nome di "*diavoletto*" di *Cartesio*.

Si prenda, ad esempio, una sfera impermeabile e molto elastica (e.g. riempita con della gommapiuma) e la si metta in un contenitore cilindrico con acqua. La sfera galleggia in modo stabile in quanto la quantità di superficie a contatto con l'acqua si adegua alle necessità di sostenere il proprio peso.

Aumentiamo gradualmente (e.g. con un pistone) la pressione nel contenitore. Man mano che la pressione aumenta, la sfera si comprime fino a raggiungere un raggio critico per cui la superficie sulla quale l'acqua esercita la spinta idrostatica diventa insufficiente a sostenere il peso della sfera. A questo punto il peso prende il sopravvento sulla spinta idrostatica e la sfera affonda nell'acqua "scomparendo" alla vista di un osservatore (bidimensionale!) che si trova sulla superficie.

Se riduciamo nuovamente la pressione, la sfera si rigonfia ritornando in superficie.

ossia, circa 200 volte superiori a quelle del Sole.

Il nucleo rimane "sepolto" nel punto dove é "uscito". Ma abbiamo visto che puó "riemergere" a seguito del collasso di altri nuclei vicini, in quanto si crea un'onda gravitazionale (di rarefazione) cosí elevata da fare in modo che l'energia elettromagnetica residua ancora in esso presente possa prendere di nuovo il sopravvento "rigonfiando" il nucleo e facendolo, quindi, rientrare nell'Universo ⁷.

Questo rientro, però, é solo temporaneo perché non appena l'onda si é estinta lo spazio ritorna alla sua densità originale ed il nucleo "sprofonda" nuovamente dallo spazio.

4 Conclusioni

Si vuole concludere questa parte con una precisazione che, a nostro avviso, é molto importante. Nel paragrafo precedente le dimensioni del nucleo sono state calcolate con una velocità della luce di $c_\infty = 300,000 \text{ km/s}$ ossia, con *la velocità corrispondente allo spazio a "riposo"* ⁸. Per cui, dette dimensioni non sarebbero quelle *effettive* del nucleo ma bensí *apparenti*, quali risultano ad un osservatore esterno (al campo gravitazionale!) come il nostro rivelatore.

Ora, poiché la velocità della luce é inversamente proporzionale alla radice cubica

⁷Possiamo dire che l'energia (elettromagnetica) "gonfia" la materia, per cui questa puó "galleggiare" piú facilmente nello spazio. Ovviamente, dobbiamo essere disposti ad accettare l'idea di uno spazio con una densità molto elevata, superiore a quella dei protoni che sono le particelle (stabili) piú massicce che conosciamo!

Ma che lo spazio debba avere una densità molto elevata lo si puó intuire anche con il seguente ragionamento. Lo spazio é il mezzo di propagazione delle onde elettromagnetiche (e gravitazionali!) cosí come la materia lo é per le onde acustiche. L'Acustica ci mostra che ad una velocità di propagazione elevata corrisponde anche una "densità" del mezzo elevata. Ad esempio, per l'acqua che ha una densità di $1,000 \text{ kg/m}^3$ si ha una velocità di $1,500 \text{ m/s}$ mentre ad una densità di $8,000 \equiv 10,000 \text{ kg/m}^3$, quale é quella di alcuni solidi, corrisponde una velocità di circa $5,000 \text{ m/s}$.

Se accettiamo l'idea che il quadrato della velocità di propagazione sia direttamente proporzionale alla densità del mezzo si otterrebbe per lo spazio:

$$\delta_\infty = 1,000 \frac{300,00^2}{1.5^2} \approx 10^{13} \text{ kg/m}^3$$

Ovviamente questo calcolo é solo indicativo e non ha nessuna pretesa di essere rigoroso! Vedremo che la densità dello spazio (a "riposo") si puó calcolare facilmente a partire dalla *massa del protone* e dal *volume dell'elettrone* e che tale valore risulta essere di:

$$\delta_\infty = 3 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$$

⁸Un osservatore locale immerso nel campo gravitazionale non si accorge di nulla e continua a misurare una velocità della luce di $300,000 \text{ km/s}$ in quanto anche il suo "metro campione" si é ridotto proporzionalmente.

della densità δ dello spazio:

$$c_N = c_\infty \left(\frac{\delta_\infty}{\delta_N} \right)^{1/3}$$

sulla superficie del nucleo si avrebbe una velocità (locale) molto più bassa. Di conseguenza, anche le dimensioni effettive del nucleo, che sono direttamente proporzionali alla velocità della luce, risulterebbero molto inferiori a quelle appena calcolate

Vedremo in seguito come sia possibile calcolare la velocità della luce sulla superficie del nucleo a partire dalle dimensioni delle "forchette" e risulterà che sulla superficie del nucleo si avrebbe una velocità bassissima, addirittura inferiore ad 1 m/s! Per cui, le dimensioni effettive del nucleo al momento del collasso sarebbero quelle tipiche di un oggetto come il Sole mentre al momento della sua "uscita" non supererebbero quelle di un pallone da calcio!

È evidente che siamo di fronte a fenomeni completamente nuovi che la nostra mente non è ancora in grado di comprendere.

Cosa fare allora? Gettare via tutto ciò perché non riusciamo a comprenderlo o perché non "soddisfa" i nostri *Principi della Fisica*?

Noi abbiamo deciso di tenerci questi fenomeni così come ci siamo tenuti il nostro rivelatore, e come abbiamo intenzione di tenerci anche molti altri fenomeni tutt'oggi inspiegabili e che, a nostro parere, sono stati gettati nel "cestino" un pó troppo frettolosamente.

Ma nel fare questo dobbiamo essere disposti a rinunciare a molte delle idee "consolidate" da (troppo!) tempo nella Fisica.