

Note Personali

1 Un rivelatore di onde gravitazionali

Sono passati piú di trenta anni (1962) da quando mi sono convinto dell'esistenza dello spazio (etere) di Maxwell. Da allora ho sempre cercato di rivelare questo misterioso spazio costruendo strumenti basati su vari principi fisici. Con strumenti ottici ed elettromagnetici non sono riuscito mai a rivelarlo.

Nel 1970, con uno strumento di tipo magnetico sono riuscito a rivelarlo e a misurarlo per oltre due anni, ma non sono riuscito a comprenderlo.

Negli anni successivi ho continuato a costruire una gran quantità di altri strumenti. Non ricordo piú quanti modelli di interferometri a luce laser ho costruito, sempre diversi tra di loro, senza ottenere alcun risultato. Nel Dicembre del 1993 mi venne l'idea di sostituire il raggio luminoso del laser con un fascio di elettroni emessi dal filamento di un tubo a vuoto. Gli elettroni venivano accelerati all'interno del tubo a vuoto per poi colpire uno schermo fluorescente. La luce emessa dall'anodo veniva misurata con un fotoreistore al solfuro di cadmio che costituiva un lato di un ponte di Wheatstone.

L'idea era quella di vedere se la luce emessa dall'anodo variava quando orientavo lo strumento nelle varie direzioni dello spazio, in quanto il fascio di elettroni poteva risultare a volte nella stessa direzione e a volte in direzione contraria ad un eventuale moto dello spazio. Con questo sistema pensavo di avere aggirato l'ostacolo del fascio di ritorno del raggio di luce che si ha normalmente in un interferometro a luce laser che poteva, di fatto, annullare il fenomeno dello spostamento delle frange di interferenza. Costruii in breve tempo lo strumento e lo misi in funzione. Era la fine del 1993.

Con grande sorpresa notai fin dall'inizio sensibili variazioni della tensione ai capi del ponte di Wheatstone, al variare dell'orientamento del fascio di elettroni nello spazio. Mi misi, quindi, al lavoro per perfezionarlo in modo da aumentarne la sensibilità e l'affidabilità. Nei tre mesi successivi eseguii letture per circa 16 ore al giorno accumulando una discreta quantità di dati. Alla fine di questo periodo mi convinsi del buon funzionamento dello strumento. Erano gli inizi di Aprile 1994 quando accadde qualcosa di molto strano.

Mentre effettuavo le misure, incominciai a rilevare ai capi del ponte di Wheatstone valori di tensione alquanto anomali: da valori normalmente compresi tra 6.5 e 8.5 mVolt improvvisamente, ossia da un giorno all'altro, la tensione salí a

300 ÷ 400 mVolt, con un aumento di circa 50 volte. Inizialmente non mi preoccupai molto perché azzeravo il ponte con il potenziometro posto sullo stesso ramo del fotoresistore. In seguito il potenziometro non fu più sufficiente ed incominciai ad aggiungere alcune resistenze su uno dei rami fissi del ponte. Al valore iniziale della resistenza che era di 10 kΩ aggiunsi resistenze per ulteriori 6 kΩ, con un incremento complessivo di oltre il 50 %!

Pensai ad un esaurimento del tubo a vuoto. Controllai gli alimentatori stabilizzati ma non si era modificato nulla: sia gli alimentatori che i voltmetri digitali non mostravano alcun malfunzionamento. Per circa 10 giorni vidi salire continuamente la tensione fino a raggiungere un valore totale di oltre 4 Volt, su una caduta di tensione iniziale sulla fotoresistenza di 10 Volt! Dopodiché la salita della tensione si arrestò di colpo e, quasi immediatamente, iniziò a scendere ritornando, dopo un'altra decina di giorni, al valore iniziale. Il fenomeno ebbe una durata complessiva di circa 20 giorni.

Rimasi molto sorpreso da quanto era accaduto. Non riuscivo a spiegarmi in nessun modo questa enorme variazione della tensione. Ma la sorpresa continuò perché dopo un paio di giorni la tensione ritornò di nuovo a salire. A questo punto mi resi conto che qualche cosa di molto importante stava accadendo. Misi lo strumento sul pavimento senza più muoverlo, ed iniziai a registrare tutte le variazioni che si avevano. Era la fine di Aprile 1994.

Cosa registra questo strumento? A distanza di cinque anni dalla sua costruzione, vedo questo strumento come un *potentissimo sensore rivelatore di onde gravitazionali*. All'inizio non pensavo che si trattasse di onde gravitazionali e non pensavo che queste onde si potessero vedere così bene. Non immaginavo come fossero fatte e come si potessero propagare nello spazio. Inoltre, pensavo allo spazio (etere) come ad un "vento" che spirava sempre da una stessa direzione del cosmo, per il fatto che il nostro sistema solare, insieme al gruppo di galassie locali, si muove in una direzione ben precisa dell'Universo. Ma ben presto fui costretto a cambiare di molto queste mie idee in quanto mediante questo strumento vedevo il "vento gravitazionale" arrivare a raffiche e cambiare continuamente direzione, senza avere un punto di riferimento ben preciso.

Nel frattempo avevo costruito anche un *sensore di tipo magnetico* che si basava sullo stesso principio di quello che avevo costruito costruito nel 1970. Il sensore magnetico era posto sopra uno dei piatti di una bilancia mentre sull'altro piatto vi era un contrappeso di piombo. Per aumentare la sensibilità della bilancia avevo installato un ponte di Wheatstone. Per tre mesi consecutivi ho confrontato le registrazioni effettuate con questi due strumenti così diversi tra di loro e potei verificare che *il sensore magnetico forniva risultati che erano in accordo con il rivelatore al fotoresistore*. L'unico svantaggio che ha il sensore magnetico è che quando la sorgente di onde gravitazionali è sull'orizzonte la bilancia arresta quasi totalmente le sue oscillazioni.

Ho fatto, inoltre, un esperimento con un interferometro a luce laser, del tipo Fabri-Perót, con raggio di luce di 16 metri e riflessioni multiple fra i due specchi, stabilizzato in tensione e in temperatura. Lo strumento era posto su un tavolo

ruotante (1 giro ogni 5 minuti) e la stabilità dell'onda emessa dal laser si aggirava intorno ad una parte per 10^9 e per un tempo di $2 \div 3$ ore. Per l'esecuzione dell'esperimento, ho aspettato l'arrivo di un'onda gravitazionale, la quale mi veniva segnalata sia dal rivelatore al fotoresistore che dal sensore magnetico. Avevo, in questo caso, due strumenti diversi che mi segnalavano l'arrivo dell'onda gravitazionale. Sull'interferometro *le frange di interferenza non hanno mai mostrato alcun cambiamento*, pur disponendo di elevato grado di precisione nelle misure (8 ordini di grandezza del rivelatore e 9 ordini di grandezza dell'interferometro). Con questo esperimento mi sono definitivamente convinto che *gli interferometri non sono in grado di registrare le onde gravitazionali*.

Il rivelatore con il fotoresistore si comporta, in sostanza, come un barometro che, con un semplice tubo di vetro riempito di mercurio e un'asta metrica, è capace di misurare la pressione atmosferica locale! Dalla misura della differenza di potenziale ai capi del ponte di Wheatstone, moltiplicata per la sua costante di calibrazione K (espressa in km/s per mVolt) è possibile ottenere direttamente *le variazioni della velocità della luce prodotte dall'arrivo delle onde gravitazionali*.

Sono convinto che se avessi costruito questo sensore in un altro momento, ossia se non ci fossero state quelle grandi variazioni registrate agli inizi del 1994, non mi sarei mai accorto di nulla ed anche questo strumento avrebbe fatto la fine di tutti gli altri da me costruiti nel passato!

In questi cinque anni ho costruito altri sensori di forma diversa ma che si basano sempre sulla misura di una fonte luminosa costante con un fotoresistore, ma solo alcuni di questi hanno dimostrato di funzionare correttamente. Dal 1997 sono in funzione tre nuovi sensori, e forniscono risultati molto simili a quelli registrati dal sensore principale. Questi tre nuovi sensori sono posti in ambienti diversi, in una diversa camera termostatica ed alimentati autonomamente. Questa la considero una ulteriore prova dell'ottimo funzionamento di questi strumenti.

Negli ultimi tempi ho costruito anche *sensori che utilizzano la luce emessa da un LED*. Questi sensori registrano molto bene le *onde gravitazionali veloci* ma non sono molto affidabili per la registrazione delle grandi onde in quanto il comportamento del LED su tempi più lunghi non risulta essere molto "stabile".

Primo Galletti
Roma, 30 Settembre 2000

2 La costante "K" del rivelatore

La costante K dello strumento altro non é che il numero che stabilisce di quanti km/s varia la velocità della luce c per ogni millivolt di variazione della tensione, V_{CD} , ai capi del ponte.

Mediamente, si é visto che il valore di K varia tra 25 km/s e 50 km/s a seconda del tempo di messa in funzione, misurato in anni, dello strumento. In pratica, piú é lungo questo tempo maggiore é il valore di K .

Quando arriva un'onda gravitazionale allo strumento, noi osserviamo soltanto una variazione di tensione ai capi del ponte, V_{CD} , generata da una variazione della resistenza del fotoresistore posto su di un lato del ponte. Oltre questa variazione, noi non vediamo altro. Tutti gli altri strumenti non segnano alcuna variazione. Quindi, per calcolare la costante K abbiamo a disposizione soltanto la V_{CD} ai capi del ponte.

Con la V_{CD} ai capi del ponte, possiamo calcolarci, per esempio, la variazione della resistenza del fotoresistore perché conosciamo il valore delle altre resistenze del ponte.

Ma la soluzione del "rompicapo" del rivelatore ci indica che *la variazione (aumento/diminuzione) della tensione, V_{CD} , ai capi del ponte, in mVolt, moltiplicata per la costante K , corrisponde alla variazione (aumento/diminuzione) della velocità della luce c .*

Piú precisamente si ha che:

- la velocità della luce aumenta quando l'onda sale verso valori positivi;
- di conseguenza, la costante dielettrica e magnetica scendono in proporzione verso valori negativi;
- la carica elettrica degli elettroni (e dei protoni) é inversamente proporzionale alla costante dielettrica e, perciò, aumenta.

Pertanto, risulta che le variazioni della corrente anodica e della tensione di accelerazione degli elettroni (che gli strumenti a nostra disposizione non ci consentono di rilevare!), prodotte dalle variazioni della carica elettrica degli elettroni (e dei protoni), risultano essere *direttamente proporzionali alle variazioni della velocità della luce c* . La formula per la costante K si scrive, pertanto, nel modo seguente:

$$K = \frac{\Delta c}{V_{CD}}$$

Per simulare una variazione dell'energia cinetica degli elettroni, dovrei variare sia la corrente anodica che la tensione di accelerazione. Questa operazione però é un pó scomoda, allora ho deciso di variare la sola corrente anodica al quadrato e, per compensare la calibratura, si eseguono due misure, una con la corrente in aumento ed una con la corrente in diminuzione, quindi faccio la media delle due letture, ed ottengo il valore di K .

A questo punto, per rendere piú chiaro come si ricava la costante K , si riporta un esempio reale eseguito sul rivelatore il giorno 29 Gennaio 2001.

Ho supposto che in seguito all'arrivo di un'onda, la velocità della luce c sia aumentata dell'1 % e cioè di 3,000 km/s, quindi ho incrementato la corrente anodica dell'1 % al quadrato. Poiché la corrente anodica era di 3,770 μA , il valore risultante é stato:

$$3,770 (1 + 0.01)^2 = 3,845.78 \mu A$$

Sul voltmetro posto ai capi del ponte, la tensione V_{CD} é passata da 50.3 mV a 132.4 mV, con un incremento di 82.1 mV.

Successivamente ho riportato la corrente anodica a 3,770 μA e ho atteso per un pó di tempo affinché il valore della tensione ai capi del ponte tornasse a 50.3 mV. A questo punto ho diminuito la corrente anodica dell'1 % al quadrato:

$$\frac{3,770}{(1 + 0.01)^2} = 3695.7 \mu A$$

mentre la tensione ai capi del ponte é passata da +50.3 mV a -35.3 mV, per una variazione totale di 85.6 mV. Ho fatto, quindi, la media:

$$V_{CD} = \frac{82.1 + 85.6}{2} = 83.85 mV$$

Il valore di K é risultato, quindi:

$$K = \frac{3,000}{83.85} = 35.78 km/s per mV$$

La tensione ai capi del ponte nei 5 giorni (dal 31/01/2001 al 05/02/2001 é diminuita di -36.3 mV, per cui la velocità della luce c é diminuita di:

$$\Delta c = 35.78 (-36.3) = -1,298.8 km/s$$

Primo Galletti
Roma, 15 Febbraio 2001

3 Quasar a Nucleo Multiplo

L'Universo sembra essere governato da questi *Quasar a Nucleo Multiplo* (QNM) supermassicci e formati da un elevato numero di nuclei (alcune decine) che orbitano strettamente l'uno intorno all'altro come fanno le stelle di un ammasso globulare compatto.

Il raggio di ciascun nucleo non dovrebbe superare i 3 giorni-luce, mentre la massa "propria" (o particellare) si dovrebbe aggirare intorno ai $2 \div 5$ miliardi di masse solari. Le dimensioni complessive di questi QNM sarebbero pari a circa 3 mesi-luce di raggio.

Quando uno dei nuclei che costituiscono il QNM raggiunge la massa critica collassa e genera localmente una quantità di energia talmente elevata da riuscire a "bucare" lo spazio intorno a sé e, in un tempo medio di circa $10 \div 15$ minuti, "esce" dal nostro Universo e non fa sentire più i suoi effetti gravitazionali. Nello stesso istante vengono generate onde gravitazionali talmente intense da fare in modo che alcuni dei nuclei collassati in precedenza possano "riemergere" dallo spazio e rientrare a far parte del QNM, contribuendo a prolungarne la sua vita e, nel frattempo, innescano una reazione a catena che fa collassare tutti quei nuclei che hanno già una massa critica.

I nuclei collassati che "escono" dall'Universo rimangono "sepolti" nello spazio e, a causa di questo loro isolamento, non possono più disperdere la loro energia residua. Ma in futuro, potranno riemergere nuovamente nel punto dove sono usciti per, poi, collassare nuovamente.

Il tempo che un nucleo impiega per collassare dipende dalla materia di cui dispone intorno a sé.

Questi particolari QNM, a causa della loro elevatissima massa "gravitazionale" (costituita in piccola parte di particelle di materia e in gran parte dallo *spazio "addensato"* intorno ad essi, agiscono come dei "*potentissimi attrattori*" aspirando, letteralmente, tutta la materia che si trova nelle loro vicinanze, galassie comprese. Essi ricavano l'enorme quantità di energia di cui hanno bisogno per vivere solo in piccola parte dalla totale conversione in energia della materia in caduta libera sulla loro superficie, mentre la maggior parte della loro energia proviene dalla interazione con le onde gravitazionali prodotte dai nuclei che riemergono localmente e al verificarsi di nuovi collassi.

Il numero di nuclei che costituiscono il QNM sembra aumentare man mano che questo invecchia.

La struttura interna di questi QNM *non è visibile con strumenti rivelatori di onde elettromagnetiche* in quanto queste onde non riescono ad attraversare il guscio di gas ad altissima temperatura che li circonda. *La loro struttura interna è visibile solo con i rivelatori di onde gravitazionali.*

Quale è la vita di questi particolari QNM che funzionano da grandi attrattori di materia? Al momento è molto difficile stabilirlo. La materia che li circonda finirà, prima o poi, per essere attratta da questi corpi celesti supermassicci. Pertanto, si arriva alla conclusione che questi QNM potrebbero essere gli oggetti celesti più

vecchi che possiamo immaginare esistere nell'Universo. E sono tanto piú vecchi quanto maggiore é il numero dei nuclei di cui sono composti.

In ogni caso, per la loro prima formazione occorrono alcuni miliardi di anni. A seguito dei successivi collassi aumenta il loro numero di nuclei, fino ad arrivare ad alcune decine e, nello stesso tempo, aumenta la frequenza dei collassi. Una volta esaurita tutta la materia dell'ammasso di galassie che lo circonda il QNM esaurisce il suo ciclo di vita in quanto ha portato fuori dall'Universo quasi tutta la materia di cui era composto. Interviene, quindi, l'espansione dell'Universo che provvede a disperdere i nuclei rimasti "sepolti" nello spazio.

Pertanto, la vita di questi "*grandi attrattori*" dovrebbe essere (almeno) di alcune volte superiore al tempo di raddoppio del raggio dell'Universo.

Quanti di questi QNM ci sono nella porzione di Universo visibile e ogni quanto tempo collassano? Dalle registrazioni effettuate fino ad oggi possiamo vedere che, mediamente, si assiste ad un collasso generale ogni anno o poco piú. E poiché riusciamo a vedere in modo soddisfacente non oltre i 9/10 del raggio dell'Universo, cui corrispondente a circa il $80 \div 90$ % del volume totale, possiamo stimare che la frequenza di questi collassi, una volta effettuata la correzione per il *redshift*, dovrebbe essere di circa $4 \div 5$ ogni anno.

L'ammasso di galassie che circonda il QNM viene, prima o poi, divorato tutto dal QNM stesso. Questo, man mano che cresce, si autoregola "sputando fuori" dall'Universo i suoi nuclei in quanto non riesce a crescere oltre tale valore.

La massa dei QNM che noi vediamo é la massa "gravitazionale", per cui la loro massa "propria" (particellare) é sensibilmente inferiore. Il rapporto tra la massa "gravitazionale" e la massa "particellare" per questi oggetti é pari a $10^{18} \div 10^{19}$.

Primo Galletti

Roma, 15 Febbraio 2001

4 Il ciclo di vita della Materia

Il presente paragrafo é interamente tratto dall'analisi accurata dei diagrammi che il sensore produce. Il totale delle ore di funzionamento ha superato, ormai, le 60 mila, ossia sette anni consecutivi di registrazioni.

Sembra che l'Universo che vede questo strumento sia molto diverso da quello che viene descritto dalle attuali teorie piú in voga. Come prima cosa appare un Universo senza limiti, né di tempo né di estensione, in perenne espansione con accelerazione continua dei corpi celesti in esso contenuti.

Ma se le cose stanno in questi termini, come fa a rifornirsi di nuova materia per bilanciare la rarefazione che si produce dall'espansione stessa?

Osservando attentamente le onde gravitazionali, si nota che, oltre alle onde dovute ai grandi collassi cosmici, mancano tutta una serie di onde intermedie e si vedono solo piccole onde che sono sovrapposte alle grandi onde e che rappresentano, con la loro caratteristica forma ad incavo, la "*nascita*" di materia nuova.

Questa materia, che *si trovava fuori dal nostro spazio* e che non é stata mai disturbata nel luogo dove si trovava, é rimasta in attesa di nascere da un tempo illimitato.

Dall'analisi dell'area di ciascuna di queste piccole onde, ho potuto calcolare la massa che "entra", la quale é intorno ad alcuni milioni di masse solari. La durata dell'ingresso dell'evento si aggira intorno a $1 \div 2$ ore. Di questi ingressi ne avvengono piú di uno al giorno. Il fenomeno si vede chiaramente quando le grandi onde dei collassi presentano un andamento piatto.

Questa nuova materia che entra e che può essere sia sotto forma di neutroni oppure di atomi di idrogeno, va a generare giovani ammassi stellari oppure, se l'ingresso di materia é vicino ad una galassia, é probabile che la nube di gas venga attratta da quest'ultima. Comunque vadano le cose, prima o poi queste nubi di gas andranno ad alimentare di materia fresca un pó tutte le galassie.

Queste "bolle" di materia nascono un pó ovunque nell'Universo. Perché dico questo? Perch se osservo le grandi galassie al telescopio, vedo che queste sono contornate da piccoli e numerosi ammassi globulari i quali sono a basso contenuto di metalli. Inoltre, piú la galassia é grande e vecchia, maggiore é il numero degli ammassi che le stanno intorno.

Questa materia nuova che "nasce" ovunque mantiene stabile il rapporto tra idrogeno ed elio che noi misuriamo e che esiste nell'Universo.

Che fine fará la nuova materia? Seguirá il ciclo vitale di tutta la materia che si osserva e, cioè, all'inizio brucierá trasformandosi in elio e via via in parte si convertirá in metalli pesanti. E continuerá cos' per alcuni miliardi di anni, fino a quando verrà a passare nei pressi di un "grande attrattore", ossia di un *Quasar a Nucleo Multiplo* (QNM) supermassiccio. Dopodiché collasserá sopra uno dei nuclei di questo convertendo tutta la sua massa in energia. A questo punto tutta la materia ha quasi totalmente perduto la sua energia ed il piccolo residuo di energia che le resta sará necessario ad innescare il processo dei grandi collassi che normalmente avvengono ogni anno.

A questo punto si può affermare che il ciclo vitale della materia si sia compiuto. Resta soltanto una possibile riemersione di alcuni nuclei che avverrà in tempi successivi e che servirà, momentaneamente, a rifornire di energia questi grandi attrattori ma già a questo punto si può dire che la materia è "morta".

Una volta che il QNM ha consumato tutta la materia che lo circonda, rimarrà soltanto un grande spazio vuoto, in attesa di essere nuovamente riempito. Ma nascosta all'esterno dello spazio, la dove si trovava il QNM, rimarrà "sepolta" per un tempo indefinito la vecchia materia esaurita.

Quante decine di miliardi di anni occorrono per compiere questo ciclo? Non ne ho la più pallida idea.

Tutto ciò che nasce è destinato a morire. Anche la materia.

Primo Galletti
Roma, 31 Agosto 2001

5 Il "rompicapo" del rivelatore

Ho impiegato piú di tre anni per riuscire a dare una spiegazione soddisfacente del perché la resistenza del fotoreistore avesse variazioni tanto elevate.

Se si cercasse di spiegare il comportamento del sensore con le attuali leggi della Fisica, che si basano su uno *spazio "vuoto"* e sulla costanza della velocità della luce, si fallirebbe al primo approccio. Se si ammette, invece, l'esistenza di uno *spazio "fisico"* che si comporta come un qualsiasi dielettrico in presenza di un campo elettrico e le cui caratteristiche variano in presenza di un campo gravitazionale tutto diventa molto piú facile.

Dall'analisi del campo elettrico e del campo gravitazionale che arriva al sensore ho potuto verificare che *in presenza di un'onda gravitazionale la costante dielettrica dello spazio varia in modo considerevole*. Le variazioni della costante dielettrica si traducono in variazioni della carica elettrica dell'elettrone e del protone. La variazione della carica elettrica dell'elettrone porta ad una variazione dell'energia con cui gli elettroni colpiscono lo schermo del tubo a vuoto i quali, a loro volta, producono variazioni di luminosità e, quindi di, resistenza del fotoreistore.

Pertanto, *le variazioni di tensione che si registrano ai capi del ponte altro non sono che queste variazioni della costante dielettrica*.

Dunque, le costanti fondamentali della Fisica quali la costante dielettrica e la permeabilità magnetica dello spazio variano per effetto delle onde gravitazionali. Per la ben nota relazione fondamentale dell'Elettromagnetismo:

$$c^2 \epsilon_0 \mu_0 = 1$$

ne consegue che *varia anche la velocità di propagazione della luce*. Tale relazione rappresenta, a mio parere, il fondamento di tutti i fenomeni fisici, compresi quelli che si verificano nell'Universo.

L'energia degli elettroni che colpiscono lo schermo del tubo a vuoto del rivelatore dipende direttamente dalla loro carica elettrica e dalla tensione di accelerazione anodica la quale é legata a sua volta alla carica stessa dell'elettrone. Pertanto, *tale energia risulta dipendere direttamente dal quadrato della carica elettrica degli elettroni*.

Se, ad esempio, diminuisce la carica dell'elettrone diminuisce anche il potenziale elettrico di accelerazione e questo fatto fa si che gli strumenti misuratori della corrente anodica e della tensione di accelerazione non registrino alcuna variazione.

Cosa ci indica la radice quadrata dell'aumento di corrente anodica? Ci indica esattamente il valore dell'aumento della velocità della luce e l'inverso di questo aumento fornisce la diminuzione della costante dielettrica.

Da questi fatti, concludo che lo spazio si comporta, né piú né meno come un qualsiasi dielettrico di fronte ad un campo elettrico. E poiché lo spazio é di densità variabile, risulta variabile anche il suo indice di rifrazione (che risulta direttamente proporzionale alla costante dielettrica).

Dall'analisi del comportamento del sensore incominciai a vedere, fin da subito, lo stretto legame che esiste tra il campo elettrico ed il campo gravitazionale. Ad

esempio, in un sito che si trova sulla superficie di un corpo celeste la velocità della luce é minore di quella di un altro sito che si trova nello spazio esterno lontano dal corpo in questione, anche se l' osservatore che si sposta trova che la velocità della luce rimane sempre costante mentre, in realtà, sulla superficie del corpo celeste lo spazio risulta piú denso per cui é piú alta la sua costante dielettrica e, quindi, piú bassa la velocità della luce.

Se si sostituiscono la velocità della luce, la permeabilità magnetica e la costante dielettrica rispettivamente con resistenza, induttanza e capacità si risolve molto bene il "rompicapo" del sensore, compresa l'interpretazione dei diagrammi che esso produce, ma tale sostituzione porta a grandi cambiamenti nell'interpretazione dei fondamenti della Fisica.

Se si ammette, inoltre, che lo spazio sia di tipo particellare, oltre alla spiegazione del funzionamento del sensore, vengono spiegati molto agevolmente molti altri fenomeni tutt'oggi ritenuti inspiegabili. É possibile vedere lo stretto legame che c'è tra il campo elettrico (e magnetico) ed il campo gravitazionale. Questi campi risultano *mediati dalle particelle dello spazio*.

Faccio un primo esempio. Se si costruisce un oscillatore induttanza-capacità (oppure resistenza-capacità), questo oscillerà sempre alla stessa frequenza indipendentemente dal luogo ove viene posto. Ossia *il campo gravitazionale non influisce sulla sua frequenza di oscillazione*.

Faccio un secondo esempio. In un sito posto sulla superficie di un corpo celeste la velocità della luce é minore di quella di un altro sito posto nello spazio esterno al corpo celeste in questione, anche se un osservatore che si sposta dalla superficie del corpo allo spazio esterno trova che la velocità della luce rimane sempre costante. Sulla superficie del corpo celeste lo spazio é piú denso per cui risulta piú alta la costante dielettrica e piú bassa la velocità della luce.

In un campo gravitazionale, la velocità della luce diminuisce all'aumentare della sua intensità, in proporzione, aumentano sia la costante dielettrica che la permeabilità magnetica. Se la luce diminuisce di velocità, il *metro campione* si accorcia in proporzione e si accorciano pure le onde luminose, *ma la loro frequenza resta sempre la stessa*.

Questi fatti sono sufficienti a spiegare perché le onde luminose provenienti da corpi collassati non mostrano adeguati spostamenti verso il rosso.

Le conseguenze piú importanti per la Fisica sono:

1. Scompare il tempo come entità fisica e materiale, sostituito dallo spazio particellare.
2. Scompare la curvatura dello spazio prodotta dalla forza di gravità. Per curvare lo spazio occorrono grandi quantità di energia confinate in regioni di spazio molto ristrette.
3. La velocità della luce non é costante e non rappresenta un limite assoluto. Di conseguenza risultano variabili sia l'energia che la quantità di moto.

In questi ultimi anni di osservazioni ed analisi dei grafici prodotti dal sensore, mi sono chiarito molto bene le leggi sulla natura della gravit , con regole matematiche che mi permettono di eseguire calcoli gravitazionali su corpi celesti pi  o meno collassati, ivi compresi stelle e pianeti.

Le regole usate per questi calcoli rassomigliano molto a quelle che si applicano allo studio del campo elettrico. Per cui si pu  vedere molto bene lo stretto legame esistente tra il campo gravitazionale ed il campo elettrico e come la densit  e la struttura delle particelle che costituiscono lo spazio etere determinino le caratteristiche di questi due campi.

Le particelle dello spazio non ruotano su se stesse come le particelle elementari e assumono una forma *cubica* (stabile) quando si trovano lontane sia da campi elettrici, magnetici e gravitazionali. Met  del cubo ha carica elettrica positiva e l'altra met  ha carica elettrica negativa.

Con la loro struttura cubica, le particelle occupano tutto lo spazio libero. Non hanno limiti alla compressione, dilatazione o stiramento. Sono le entit  pi estensibili che si possano immaginare. Hanno un volume ben preciso che   circa doppio di quello dell'elettrone e sedici volte (esatte!) maggiore di quello del protone. Quando la particella   a riposo ha una dimensione lineare (lato del cubo) di $2.32 \cdot 10^{-15} m$.

Le attuali Leggi della Fisica non ammettono l'esistenza di questo spazio particellare. Inoltre, non ammettono la variabilit  della velocit  della luce. Per comprendere questi nuovi concetti legati alla struttura dello spazio occorreranno ancora molti anni e, secondo me, occorreranno alcuni decenni per revisionarle.

Le Leggi della Fisica attuali hanno, ormai, esaurito il loro compito. Con esse non si riesce pi a scoprire nulla di veramente importante. Al massimo si possono fare delle modeste scoperte. Io, invece, incomincio a vederne una gran quantit  di completamente nuove ed inimmaginabili.

Primo Galletti

Roma, 31 Agosto 2001

6 L'evoluzione degli strumenti di misura

Onde gravitazionali di grande piccola e piccolissima intensità investono in continuazione la Terra ed il nostro Sistema Solare. Possiamo paragonare questa situazione alle onde dell'oceano che arrivano in continuazione sulle coste. Le onde solitarie giganti (o "Tsunami") possiamo farle corrispondere alle onde gravitazionali di grande intensità che vengono prodotte a seguito dei collassi dei nuclei dei *Quasar a Nucleo Multiplo* (QNM). Le onde di intensità minore e più frequenti, prodotte dai venti e/o correnti marine, potrebbero corrispondere ai "notches" prodotti dagli ingressi nell'Universo di nuova materia, mentre le piccole onde quali quelli che, ad esempio, si hanno sul bagnasciuga si possono paragonare alle onde gravitazionali di breve durata prodotte dall'impatto di stelle sulla superficie dei nuclei dei QNM.

Una caratteristica importante di queste onde è che *non posseggono alcun andamento regolare o periodico, ma risultano completamente casuali*. Hanno le caratteristiche di un rumore non correlato. Per cui, la Terra è da sempre sottoposta a questo *rumore gravitazionale*.

Le onde gravitazionali interagiscono nulla o quasi sia con la materia che con i campi (elettrico e magnetico). E questa è una delle ragioni per cui non ci siamo mai accorti della loro presenza. Ma questa non è la ragione principale! C'è un altro e ben più importante motivo del perché non ci siamo mai accorti della presenza delle onde gravitazionali. Per comprenderlo meglio è utile fare alcune riflessioni sulla *nascita ed evoluzione degli strumenti di misura*.

Con l'Uomo anche gli strumenti di misura hanno subito una evoluzione diventando sempre più *precisi* per i nostri scopi. Uno strumento di misura è da tutti noi ritenuto tanto più *preciso* quanto:

- più è in grado di fornire nel tempo misurazioni "uguali" di grandezze relative a processi che "riteniamo" essere stazionari;
- più è in grado di fornire in luoghi diversi misurazioni "uguali" di grandezze che "riteniamo" debbano avere lo stesso valore.

Quindi, uno strumento di misura ha tanta più "fortuna" quanto meglio riesce a coniugare le suddette esigenze.

Gli strumenti di misura, come del resto tutta la materia, *si modificano sensibilmente quando vengono investiti da un'onda gravitazionale*. Nella situazione in cui ci troviamo, investiti da sempre e in continuazione dalle onde gravitazionali provenienti da ogni parte dell'Universo, possiamo affermare che nel corso dei secoli l'evoluzione degli strumenti di misura è avvenuta nella direzione di essere sempre meno sensibili alle onde gravitazionali. Oppure, se si preferisce: *gli strumenti di misura hanno subito nel corso dei secoli una evoluzione (in senso darwiniano!) "adattandosi" sempre di più alle onde gravitazionali*.

Abbiamo chiamato questo questo adattamento *accordo con la velocità della luce*, in quanto ci sembra possa meglio esprimere questo processo evolutivo.

Con la soluzione che è stata data del "rompicapo" del rivelatore, uno strumento di misura risulterebbe tanto più preciso e stabile quanto più è in grado di coniugare,

nel suo processo di misura, la relazione:

$$\frac{\text{dimensioni fisiche (lineari)}}{\text{velocità della luce}} = \text{costante}$$

Un'esempio rappresentativo di questa evoluzione é l'orologio, ossia lo strumento utilizzato per la misura del tempo e della frequenza.

Senza dubbio, il primo orologio é stato quello basato sulla periodicitá (presunta tale!) della rotazione su se stessa della Terra, misurata attraverso il passaggio giorno-notte o viceversa. In seguito, quando ci si é resi conto dei difetti insiti di questo processo, si é passati ad un altro processo avente una periodicitá ritenuta migliore: il moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole.

Ma il vero "salto di qualità" per gli orologi si é avuto con gli oscillatori. Prima meccanici (e.g. pendolo), poi elettrici. Ossia con processi periodici "confinati" in un spazio molto piú ristretto.

Gli oscillatori elettrici (L-C o R-C), ritenuti piú "precisi" di quelli meccanici, hanno avuto maggiore fortuna in quanto si "adattavano" meglio alle nostre necessitá.

Successivamente, gli oscillatori L-C (o R-C) sono stati sostituiti con gli oscillatori al quarzo i quali, fin da subito, hanno dimostrato di possedere caratteristiche di stabilitá e precisione di gran lunga superiori.

La superioritá dell'oscillatore al quarzo rispetto ai precedenti oscillatori a parametri concentrati sta nel fatto che sia l'induttanza L che la capacitá C sono in relazione piú diretta con le dimensioni fisiche lineari. Ossia vengono eliminati quegli effetti secondari indesiderati e difficilmente controllabili legati all'accoppiamento di materiali diversi che, alla fine, si traducono in maggiori dissipazioni di energia per ciclo di oscillazione.

Oggi, gli oscillatori al quarzo hanno lasciato il posto agli interferometri. Ossia, a strumenti basati sul principio della linea di trasmissione.

Gli strumenti che si basano sul principio della linea di trasmissione, ossia sul confronto diretto tra dimensioni fisiche e velocitá della luce, sono quelli che meglio di altri sono in grado di "adattarsi" alla velocitá della luce!

Questa sarebbe la ragione della evoluzione degli strumenti di misura verso questo tipo di tecnologia. E possiamo senz'altro dire che il XX secolo é stato il secolo degli interferometri!

L'interferometro sarebbe, quindi, lo strumento meno adatto per rivelare le onde gravitazionali. I notevoli sforzi, finora risultati vani, che si sono fatti e che si stanno facendo tutt'ora per rivelare le onde gravitazionali con questo tipo di strumenti ne sarebbero la dimostrazione. E il metodo della massa oscillante, anch'esso oggi utilizzato per cercare di rivelare le onde gravitazionali, avrebbe avuto sicuramente maggiore fortuna se non si fosse basato sulla variazione di frequenza delle oscillazioni meccaniche proprie. L'analogia con l'oscillatore al quarzo é evidente!

Un altro esempio interessante puó essere quello dei fotoresistori al solfuro di cadmio. Utilizzato come elemento fotosensibile fin dagli anni '50 come misuratore

di luminosità, il fotoresistore al solfuro di cadmio si è dimostrato un pessimo strumento. Tanto da essere ben presto sostituito da strumenti ritenuti "migliori" quali sono, ad esempio, i fotodiodi.

Il fotoresistore al solfuro di cadmio, se lasciato alimentato per tempi più o meno lunghi, tende a "formattarsi" e diventare ben presto sensibile alle onde gravitazionali in quanto *sensibile alla reale energia luminosa* che lo colpisce!

Il fotodiode, invece, non ha questo "inconveniente" in quanto *sensibile soltanto all'energia luminosa che colpisce l'unità di superficie fotosensibile*. E poiché entrambe queste due grandezze variano con il quadrato della velocità della luce, il loro rapporto (ossia l'intensità luminosa) non varia in presenza di un'onda gravitazionale!

Purtroppo, i fotoresistori al solfuro di cadmio che si trovano oggi in commercio non si "formattano" come quelli di una volta. Molto probabilmente sono stati "stabilizzati" con sostanze dopanti sensibili alla sola intensità luminosa, diventando, quindi, più "precisi" e più "affidabili" per il loro uso quotidiano come elementi fotosensibili. Ma, come abbiamo potuto constatare mediante l'esperienza diretta, non sono più in grado di formattarsi e diventare, nel giro di qualche anno, dei veri e propri rivelatori di onde gravitazionali.

Aldo Aluigi
Roma, 31 Agosto 2001

7 La necessità di una "nuova" Fisica

Con la scoperta delle onde gravitazionali, si rende necessaria una profonda revisione degli attuali *Fondamenti della Fisica*.

Come ho già detto, sembra che non ci sia più alcun dubbio sul fatto che le onde registrate dal rivelatore altro non sono che *variazioni della costante dielettrica (e della permeabilità magnetica) dello spazio*.

I fondamenti di questa nuova Fisica devono essere basati sul profondo legame esistente tra i campi elettrico e magnetico ed il campo gravitazionale. Questi tre campi fondamentali della Natura, che sono alla base di tutti i fenomeni fisici osservati ivi incluso lo stesso rivelatore al solfuro di cadmio, sono mediati dallo spazio "fisico" (*etere*).

Se si cercasse di spiegare il comportamento del rivelatore con le attuali leggi della Fisica, che si basano sulla costanza della velocità della luce, si fallirebbe al primo approccio. Si è visto, invece, che sostituendo la velocità della luce, la permeabilità magnetica e la costante dielettrica rispettivamente con resistenza, induttanza e capacità viene risolto molto bene il "rompicapo", ivi compresa l'interpretazione dei diagrammi che il rivelatore produce.

In un campo gravitazionale, la velocità della luce diminuisce all'aumentare della sua intensità ma, in proporzione, aumentano sia la costante dielettrica che la permeabilità magnetica.

Questa sostituzione conduce a dei grandi cambiamenti Fisica. Ad esempio, se si costruisce un oscillatore induttanza-capacità (oppure resistenza-capacità), questo oscillerà sempre alla stessa frequenza indipendentemente dal luogo ove viene posto. Ossia, *il campo gravitazionale non influisce sulla sua frequenza di oscillazione e, quindi, anche sul comportamento degli orologi che vi sono immersi*.

Sulla superficie di un corpo celeste lo spazio è più denso per cui è più alta la costante dielettrica e più bassa la velocità della luce. Pertanto, in un sito posto sulla superficie di un corpo celeste la velocità della luce è minore di quella che si ha in un altro sito posto più all'esterno, *anche se un osservatore che si sposta da un sito all'altro trova sempre per la velocità della luce lo stesso valore*.

Se in un campo gravitazionale la luce diminuisce di velocità, il metro campione si accorcia in proporzione così pure le onde luminose si accorciano, *ma la loro frequenza resta sempre la stessa*. Pertanto, *il redshift di origine gravitazionale non esiste!* E ciò spiegherebbe perché le onde luminose provenienti da corpi collassati non mostrano adeguati spostamenti verso il rosso.

Infine, se si ammette che lo spazio sia di tipo particellare, può essere spiegata con facilità anche l'origine della materia, oltre alla spiegazione di molti altri fenomeni tutt'oggi ritenuti inspiegabili.

Possiamo riassumere tutto questo nel modo seguente:

1. scomparire il *tempo "fisico"*, sostituito dallo *spazio "fisico"* (di tipo particellare);

2. il campo elettrico, il campo magnetico ed il campo gravitazionale hanno un mediatore unico: *la particella di spazio*;
3. la velocità della luce non é piú costante e non rappresenta un limite assoluto: di conseguenza, *risultano variabili sia l'energia che la quantità di moto*;
4. *i corpi che si trovano immersi in un campo gravitazionale variano le loro dimensioni in diretta proporzione con la velocità della luce*;
5. scompare la "curvatura" dello spazio prodotta dalla forza di gravità. Per "curvare" lo spazio occorrono solo grandi quantità di energia;
6. la materia e l'anti-materia si formano "curvando" le particelle di spazio.

Primo Galletti
Roma, 31 Marzo 2003

8 La costante di Planck

Si vuole dedicare questa nota ad una delle costanti fondamentali piú importanti della Fisica moderna: la *costante di Planck*.

Come é ben noto, l'introduzione di questa costante nella Fisica avvenne agli inizi del 1900 ad opera di Max Planck, nel tentativo di dare una spiegazione del comportamento anomalo della radiazione del "corpo nero".

L'anomalia consisteva nel fatto che, utilizzando i metodi della Fisica classica, il calcolo dell'energia elettromagnetica totale all'interno di una cavità divergeva all'infinito.

Per superare questa difficoltà, Max Planck introdusse l'idea, piuttosto audace, che il campo di radiazione nella cavità fosse il risultato dell'equilibrio termodinamico di una serie (infinita!) di oscillatori elettromagnetici la cui energia E_n può essere scambiata soltanto in multipli interi di una quantità elementare $h \nu$. Ossia:

$$E_n = n h \nu \tag{1}$$

dove h é una costante (di Planck) e ν la frequenza di oscillazione.

In questo modo il calcolo dell'energia elettromagnetica (ossia, l'integrale della densità energia, esteso su tutto lo spettro di frequenze) poteva essere sostituito con la somma di una serie di (infiniti) termini la quale convergeva ad un valore finito.

La relazione ottenuta da Planck si dimostró molto precisa e dal confronto con la formula di Stefan-Boltzman poté essere facilmente determinato il valore di h .

Il metodo utilizzato da Planck turbó molto i Fisici del tempo in quanto lasciava sul tavolo una serie di nuovi problemi. E precisamente:

1. cosa sono, nella realtà, questi oscillatori ipotizzati da Planck? Esistono veramente, come sono costituiti e dove si trovano?
2. Perché lo scambio di energia tra gli oscillatori avviene per quantità discrete e multiple del "quanto" elementare $h \nu$?
3. L'energia $E_n = n h \nu$ é da intendersi posseduta da un singolo oscillatore o da n oscillatori (accoppiati?), ciascuno di energia $h \nu$?

Sull'ultimo punto, l'interpretazione dell'*effetto fotoelettrico* (Einstein, 1905), con l'introduzione del fotone come particella, fece propendere piuttosto per n oscillatori aventi tutti energia pari al "quanto" elementare $h \nu$. Ma, come poteva essere risolto, allora, il problema dell'accoppiamento di questi oscillatori?

Purtroppo, il rigetto dello spazio "fisico" che era avvenuto proprio in quegli anni, a favore di uno spazio "vuoto", piú in linea con l'idea di una velocità della luce costante, non consentiva di superare le suddette difficoltà, le quali vennero "risolte" con l'introduzione del *Principio di Indeterminazione di Heisenberg*.

Si vuole, qui, riprendere tale questione e mostrare come l'esistenza di uno spazio "fisico" di tipo *particellare* possa consentirci di superare agevolmente le suddette difficoltà facendo a meno, quindi, del *Principio di Indeterminazione*.

Le caratteristiche di questo spazio "fisico" sono i seguenti:

- lo spazio "fisico" é costituito da particelle le quali a riposo (ossia in assenza di campi) hanno una forma *cubica* e sono disposte in modo da riempire completamente lo spazio a loro disposizione;
 - lo spazio "fisico", a riposo, ha una struttura regolare periodica che possiamo immaginare del tutto analoga a quella di alcuni solidi cristallini;
 - ciascuna *particella di spazio* é divisa in due parti (semi-particelle), perfettamente uguali sia in dimensioni fisiche che in massa, collegate tra di loro;
 - la carica elettrica di ciascuna semi-particella é uguale ma di segno opposto ed é pari, in valore assoluto, a quella dell'elettrone/protone. La loro disposizione nello spazio é tale da annullare cariche di segno opposto in modo che questo risulti complessivamente neutro;
 - il campo elettrico, magnetico e gravitazionale hanno un unico *mediatore* che é la *particella di spazio*. La costante di Planck ne rappresenta, in un certo qual modo, una delle caratteristiche fisiche piú importanti.
- Si tratta di *una grandezza di tipo gravitazionale che nulla ha a che fare con l'Elettromagnetismo*.

- le onde elettromagnetiche in una cavità altro non sono altro che *modi di vibrazione delle particelle di spazio*, del tutto analoghi a quelli che si hanno nei reticoli dei solidi e che ne consentono di spiegare alcune delle loro caratteristiche fisiche, soprattutto alle basse temperature (e.g. calore specifico, etc...).

Quale é, allora, il legame tra la costante di Planck e la particella di spazio?

Il calcolo della radiazione elettromagnetica all'interno di una cavità puó essere fatto in modo del tutto analogo a quello dei modi di vibrazione nei solidi cristallini (Debye, 1912).

Sappiamo che il numero, Δn_ν , di modi di vibrazione per unità di volume aventi frequenza compresa tra ν e $\nu + \Delta\nu$ é dato da:

$$\Delta n_\nu = \frac{8 \pi \nu^2}{c^3} \Delta\nu \tag{2}$$

Dalla dimensione ξ_0 (lato del cubo) della particella di spazio é possibile stabilire la frequenza massima della radiazione elettromagnetica che il reticolo, costituito

dalle particelle di spazio, é in grado di "sostenere". Si ha ¹:

$$\nu_{max} \approx \frac{2 c}{\xi_0} \quad (3)$$

E poiché la costante di Planck h é stata definita in termini energetici, dobbiamo fare riferimento alla seguente uguaglianza:

$$2 h \nu_{max} \approx \frac{m_0}{2} c^2 \quad (4)$$

dove $m_0/2$ é la massa della semi-particella di spazio, mentre il fattore 2 a primo membro tiene conto dei due possibili stati di polarizzazione della luce.

Combinando la (3) con la (4) si ottiene l'importante relazione:

$$h \approx \frac{1}{4} m_0 \xi_0 c \quad (5)$$

la quale mette in evidenza il legame esistente tra la costante di Planck e le caratteristiche fisiche (m_0 e ξ_0) delle particelle di spazio.

Come si determina la massa m_0 della particella di spazio?

Dobbiamo tenere presente, innanzitutto, che *la materia viene "fabbricata" a partire dalle particelle di spazio*. Quando si impegna dell'energia per "curvare" una particella di spazio, si ottiene sempre una particella ed una anti-particella di materia.

Impegnando circa 1.1 MeV si ottengono un elettrone ed un positrone, mentre con poco meno di 2 GeV possibile ottenere un protone ed un anti-protone.

L'elettrone, che ha bisogno di poca energia per essere fabbricato, é una particella sferica a curvatura "minima", con una densità che é quasi uguale a quella dello spazio dove si trova immerso e, quindi, con un *volume pari a circa il volume di una semi-particella*. Ossia si ha la seguente relazione tra ξ_0 e il raggio R_e dell'elettrone:

$$R_e \simeq \sqrt[3]{\frac{3}{8 \pi}} \xi_0 \quad (6)$$

Il protone, che richiede una energia 1836 volte superiore di quella dell'elettrone, é una particella sferica *compressa* con una densità superiore a quella dello spazio dove si trova immerso.

Inoltre, il protone ha un raggio che é la metà (esatta!) di quello dell'elettrone per cui la sua densità risulta 8 volte superiore.

Il protone é una particella con curvatura "massima" che insieme all'elettrone e alla alla particella di spazio, costituiscono le uniche particelle stabili (ossia, a

¹l'espressione corretta, che si ottiene dal calcolo del numero totale dei modi di vibrazione nel reticolo, é la seguente:

$$\nu_{max} = \sqrt[3]{\frac{8 \pi}{3}} \frac{c}{\xi_0}$$

che non differisce sostanzialmente dalla (3).

vita illimitata) che esistono. Tutte le altre particelle a curvatura superiore sono instabili e prima o poi decadono.

Poiché sia l'elettrone e il protone si trovano "immersi" nello spazio, se provassimo a misurare la loro massa (meccanica) con una bilancia (la quale é anch'essa immersa nello stesso spazio!) otterremo, per il *Principio di Archimede*, un valore (quasi) nullo per l'elettrone e un valore 1/8 volte inferiore rispetto a quello di una semi-particella di spazio per il protone. Per cui, trascurando i contributi "elettrico" e "magnetico" alla sua massa possiamo scrivere:

$$\frac{m_0}{2} \simeq \frac{8}{7} m_p \quad (7)$$

Ossia, la determinazione della massa m_0 della particella di spazio può essere fatta, direttamente e con molta precisione, a partire dalla massa m_p del protone! Dalla (7) si ricava, quindi:

$$m_0 \simeq \frac{16}{7} 1.67 \cdot 10^{-27} \simeq 3.82 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Sostituendo nella (5) il valore così ottenuto, é possibile ricavare la dimensione ξ_0 della particella di spazio. Si ottiene:

$$\xi_0 \simeq \frac{4 h}{m_0 c} = \frac{4 \cdot 6.67 \cdot 10^{-34}}{3.82 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^8} \simeq 2.32 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

per cui, la densità dello spazio risulta pari a:

$$\delta_0 = \frac{m_0}{\xi_0^3} \simeq \frac{3.82 \cdot 10^{-27}}{(2.32 \cdot 10^{-17})^3} \simeq 3 \cdot 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$$

Il raggio dell'elettrone, calcolato per "via gravitazionale", vale quindi:

$$R_e \simeq \sqrt[3]{\frac{3}{8 \pi}} 2.32 \cdot 10^{-15} = 1.14 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

L'elettrone si trova anche in equilibrio con lo spazio circostante. Da questo equilibrio é possibile determinare per "via elettromagnetica" il suo raggio R_e . Il calcolo (che, qui, viene omesso per brevità) fornisce il valore seguente:

$$R_e = 1.13 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

Dal confronto tra i due calcoli del tutto indipendenti (uno gravitazionale e l'altro elettromagnetico!) risultano differenze inferiori all'1%! Si tratta di un risultato che può considerarsi molto soddisfacente nell'ambito delle approssimazioni fatte.

Che ne sarà della attuale impostazione della *Meccanica Quantistica* con questo nuovo significato della sua costante più importante? E soprattutto, cosa ne sarà del *Principio di Indeterminazione di Heisenberg* che ne rappresenta uno dei suoi principali fondamenti?

Oggi, tutto ciò che ci sentiamo di affermare con certezza é che l'esistenza dello spazio "fisico" di tipo particellare ci potrebbe condurre ad una notevole semplificazione concettuale della *Meccanica Quantistica*, senza fare piú uso del suo "inquietante" *Principio di Indeterminazione*.

Aldo Aluigi
Roma, 31 Gennaio 2004