

9/06/2015

LA VELOCITA' DELLA LUCE

NUOVE IDEE

Gianpaolo Benincasa

“Dietro tutto cio’ vi è sicuramente un’idea così semplice, così bella, che quando l’afferreremo tra un decennio, un secolo o un millennio, noi tutti diremo l’un l’altro: come potrebbe essere stato altrimenti?”

John Wheeler

Abstract

La velocità della luce è una costante universale, cioè essa ha un valore fisso in ogni tempo ed in ogni luogo dell’universo. Tale valore è di circa 300000 km/s. Inoltre come è noto, tale velocità non cambia che il raggio di luce sia emesso dalla vostra lampada tascabile, o provenga da una stella distante da noi un miliardo di anni luce. Questo è appunto il fondamento della Relatività Ristretta di Einstein.

Non è quindi possibile dubitare della assoluta costanza di tale velocità...oggi.

Nel nostro articolo noi avanziamo invece l’ipotesi che tale velocità possa essere cambiata nel tempo. Più precisamente ipotizziamo che la luce abbia seguito l’espandersi dello spazio, che è il suo supporto, in modo del tutto proporzionale, seguendo la legge di Hubble. Da un valore piccolissimo al momento del Big Bang, si sarebbe quindi arrivati al suo valore attuale.

Avanziamo quindi una nuova visione dello spazio: per noi lo spazio è unico e, se esso si gonfia tra le galassie, esso deve gonfiarsi anche all’interno di esse.

Come conseguenza della nostra ipotesi, anche due punti posti all’interno di una stella o di un pianeta si allontanano seguendo la stessa legge; come estrema conseguenza si deve infine ammettere che anche **lo spazio interatomico si “gonfia”**.

È evidente che tale ipotesi porta a delle modifiche fondamentali in praticamente tutti i rami della fisica. Bisogna infatti ammettere che anche altre costanti universali abbiano variato il loro valore col tempo, ma in maniera da lasciare costanti quei loro rapporti adimensionali che sono comunemente considerati come assolutamente immutabili nel tempo.

Nel nostro articolo analizziamo alcune di queste variazioni e le conseguenze che ne derivano. Alcune di tali conseguenze sono davvero rilevanti.

La più importante è che non vi è più bisogno di ipotizzare la presenza di una misteriosa materia oscura nell’universo per spiegare l’anomalia riscontrata nella velocità di rotazione delle galassie a spirale. La nostra ipotesi spiega esattamente perché il sole ruota ad una velocità di circa 220 km/s, invece che a 160 km/s, come risulterebbe considerando la massa totale della galassia. Non solo, ma essa, la nostra ipotesi, mostra chiaramente ed esattamente perché tutte le stelle della galassia ruotino ad una velocità di circa 220 km/s, indipendentemente dalla loro distanza dal centro della galassia.

Alla stessa maniera mostriamo che non è necessaria la presenza di materia oscura per spiegare l’effetto sulle lenti gravitazionali e sull’addensamento delle galassie.

Ultima, ma estremamente importante, conseguenza della nostra ipotesi è il nuovo significato dato al Big Bang che viene situato in un’epoca infinitamente lontana, ipotesi molto più plausibile dell’attuale. In definitiva, ci sembra che tutto ciò giustifichi perfettamente la frase di John Wheeler, citata all’inizio.

La costanza della velocità della luce

Tra i fenomeni affascinanti della fisica moderna, un posto di particolare rilievo merita, a nostro avviso, la costanza della velocità della luce.

Tale costanza è uno dei fondamenti della Relatività Ristretta(RR) ed essa è stata verificata innumerevoli volte da quel lontano 1905, quando Einstein formulò tale postulato, fino ai nostri giorni.

La velocità della luce c è una costante universale, valida quindi in tutti i punti dell'universo, allo stesso modo di altre costanti universali come la costante di gravità, la costante di Planck, la costante di Boltzmann etc...

Ognuna di queste costanti presenta dei lati misteriosi, primo fra tutti il perché esse abbiano il valore che hanno.

Il Principio Antropico fornisce, in mancanza di una spiegazione, almeno una giustificazione di tale apparente scelta arbitraria della natura.

Ci sembra tuttavia che la costanza della velocità della luce presenti qualche stranezza in più, per così dire, rispetto alle altre costanti universali.

Stranezze che non sono tanto imputabili al valore apparentemente arbitrario assegnatole dalla natura, ma piuttosto alle molte conseguenze di importanza fondamentale che tale costanza comporta. Ne ricordiamo brevemente alcune:

I fotoni e gli altri quanti esistono solo alla velocità c (nel vuoto): non esistono fotoni più lenti o più veloci. Il quanto non ha massa e si sposta solo alla velocità c . Sappiamo che esso può solo cambiare di energia cambiando la sua frequenza seguendo la relazione di Planck($E = h\nu$); e ciò ci fornisce tutto lo spettro delle radiazioni che vanno dalle onde radio a bassa frequenza fino ai raggi gamma di altissima energia, passando evidentemente per la luce visibile, i raggi X, etc...

Alla velocità c un oggetto si accorcia fino a ridurre a zero la sua lunghezza (RR).

Alla velocità c il tempo si ferma(RR).

All'avvicinarsi a c , la massa tende all'infinito(RR).

Questa circostanza esclude che si possa un giorno sia pure solo avvicinarsi a tale velocità(eccetto negli acceleratori di particelle dove, ad esempio, un protone può venire accelerato quasi alla velocità c e la sua massa aumenta di migliaia di volte).

Come si vede, già questi pochi esempi chiariscono sufficientemente quanto detto prima sul carattere peculiare della costanza di c e giustificano il forte interesse che noi portiamo a questo fenomeno.

Che c sia una costante universale, non crediamo sia lecito dubitarne.

La velocità della luce è stata misurata, specie in tempi moderni con precisione elevatissima e mai nessun discostamento da c è stato rilevato(ricordiamo che $c \approx 3 \times 10^8$ km/s).

Tale misura inoltre non varia se il raggio di luce proviene da una sorgente sulla terra o da una stella che si trova , ad esempio ad un miliardo di anni luce di distanza.

Lo ripetiamo, nessun dubbio esiste sulla costanza di c !

Desideriamo tuttavia esporre una ipotesi alternativa su questo “dogma “ della costanza della velocità della luce.

La velocità della luce nel tempo

Riprendiamo la frase precedente che avevamo messo in grassetto, e completiamola con un avverbio temporale.

...nessun dubbio esiste sulla costanza della velocità della luce... oggi.

Come si vede il significato cambia enormemente e le conseguenze potrebbero essere grandiose.

Quando misuriamo la velocità della luce di una stella distante un miliardo di anni luce e troviamo immancabilmente il valore c , facciamo incoscientemente o volutamente un’assunto fondamentale: assumiamo cioè che la velocità della luce c sia rimasta costante durante questo viaggio di un miliardo di anni.

Diamo cioè per scontato che, poiché la velocità che noi misuriamo oggi risulta sempre eguale a c , tale fosse essa anche al momento dell’emissione, cioè un miliardo di anni fa.

Facciamo l’ipotesi che ciò non sia vero: supponiamo cioè che la velocità della luce sia stata differente da c nei tempi passati.

Diciamo subito che questa ipotesi non ci impressiona oltre misura: abbiamo infatti altri esempi illustri di grandezze il cui significato è stato totalmente cambiato e spesso stravolto da nuove osservazioni e scoperte.

Basti pensare ad esempio alla Relatività che ha totalmente modificato la nostra visione di spazio e tempo, ed allo stesso universo, per secoli considerato immobile e stazionario e che recentemente è stato dimostrato essere in continua espansione. Se quindi la velocità della luce era differente da c nel passato, non vi sono che due possibilità: essa era più grande o più piccola di c .

Inoltre, poiché ci riesce difficile immaginare che essa avesse un singolo valore nel passato e che , ad un dato istante tale valore sia cambiato per divenire eguale a c , ci sembra evidente che il cambiamento sia avvenuto in modo continuo durante la vita dell’universo.

In altre parole essa è cresciuta o diminuita con continuità , fino a raggiungere oggi il valore che noi conosciamo e misuriamo.

Il Big Bang, come sappiamo, è considerato come una singolarità, una situazione cioè non ben definita nella quale alcune grandezze potrebbero avere valori infiniti (densità della materia, temperature etc...) mentre altre, valori praticamente nulli (il tempo, le dimensioni, etc...).

Ci sembra quindi logico supporre che anche la velocità della luce, nella nostra ipotesi, avesse all’inizio o un valore elevatissimo o un valore piccolissimo.

Per ragioni di coerenza con l’espansione dell’universo vogliamo privilegiare la seconda ipotesi: la luce infatti non farebbe che seguire lo spazio, che è il suo supporto, durante questo suo “gonfiarsi”.

Quindi, per fissare le idee, proponiamo una velocità della luce crescente col tempo e avente un valore meno elevato dell’attuale pochi istanti dopo il Big Bang.

Detto questo dobbiamo per prima cosa proporre una legge, funzione del tempo, che esprima quantitativamente questa accelerazione della luce.

Evidentemente ci si presentano subito infinite possibilità per definire una tale legge.

La più semplice ci sembra quella di una crescita che sia assolutamente proporzionale alla crescita dell'universo.

Se indichiamo con $S(t)$ le dimensioni generiche dell'universo al tempo t , si ha quindi

$$c(t) \propto S(t) \quad (1)$$

É evidente che il proporre una velocità della luce variabile col tempo, porta a delle conseguenze, a dir poco rivoluzionarie praticamente in tutti i campi della fisica ed in particolare nella nostra visione dell'universo e della sua evoluzione.

Basti, ad esempio, solo pensare che così facendo si toglie ogni significato al valore di anno luce, inteso come distanza percorsa in un anno da un raggio di luce: tale distanza sarà infatti totalmente differente se la misura viene fatta oggi oppure se essa é stata effettuata nel remoto passato.

Non possiamo chiaramente qui discutere di tutte le possibili conseguenze di una tale nuova e sconcertante visione dell'universo, anche perché sarebbe difficile identificarle tutte.

Ci limiteremo quindi nelle prossime pagine a discutere di quelle conseguenze che ci sembrano le più importanti; cercheremo in particolare di identificare quale nuova formulazione sia necessaria definire per alcune tra le più importanti leggi di fisica affinché esse possano, in qualche modo, conciliarsi con una velocità della luce variabile col tempo.

Prima però di esporre tali conseguenze ci sembra necessario chiarire il nostro punto di vista su due importanti argomenti.

Il primo chiarimento riguarda il vero significato della **costante di Hubble**.

La teoria dell'espansione dell'universo, ormai generalmente accettata e sufficientemente provata, ci dice che due galassie, poste ad una distanza qualunque D si allontanano sempre l'una dall'altra secondo la legge di Hubble.

D'altra parte tale allontanamento non é dovuto ad un qualche moto proprio delle galassie in oggetto, ma piuttosto ad un "gonfiarsi" di tutto lo spazio che si espande secondo tale legge.

Secondo l'interpretazione comune della legge di Hubble, tale allontanamento concerne solo le galassie e non le stelle all'interno di una galassia: lo spazio, quindi non si gonfia all'interno di una galassia.

La ragione é che la gravità, molto forte all'interno delle galassie, si oppone a tale gonfiamento.

Noi la pensiamo diversamente: per noi lo spazio é unico e, se esso si gonfia tra le galassie, esso deve gonfiarsi anche all'interno di esse.

L'espansione dell'universo non risente quindi della forza di gravità.

Questa ipotesi non puo' essere verificata misurando il famoso "redshift": essendo infatti le distanze all'interno di una galassia relativamente piccole (dell'ordine di alcune centinaia di migliaia di anni luce), lo spostamento verso il rosso della luce avrebbe valori piccolissimi ($\sim 10^{-8}$), difficilmente misurabili.

Come conseguenza della nostra ipotesi, anche due punti posti all'interno di una stella o di un pianeta si allontanano seguendo la stessa legge; come estrema conseguenza si deve infine ammettere che anche lo spazio interatomico si "gonfia". Lo spazio non può "sapere" di trovarsi tra le galassie o all'interno di una di esse o all'interno stesso di un qualunque oggetto.

In definitiva quindi le stelle, i pianeti e qualunque oggetto dell'universo erano più piccoli in passato ed accrescono le loro dimensioni seguendo la legge di Hubble.

Anche il diametro della terra (e di tutto ciò, inclusi piante ed animali, che in essa si trova) era in passato più piccolo dell'attuale. Si potrebbe a questo punto obiettare che tale ipotesi è in contrasto, ad esempio, con i resti appunto di piante ed animali vissuti milioni di anni fa e che sembrano avere dimensioni simili a quelli odierni.

Tale obiezione ha una risposta molto semplice: ammettendo cioè che nel passato piante ed animali avessero avuto delle dimensioni più piccole delle attuali, noi non ce ne potremmo accorgere perché i loro resti fossili sono evidentemente cresciuti seguendo, come tutto il resto, la stessa legge.

Passiamo quindi al secondo chiarimento che riguarda le **distanze interstellari**.

Facciamo subito notare che le distanze interstellari che sono oggi conosciute ed universalmente accettate cambiano nella nostra ipotesi.

Le distanze interstellari sono state misurate utilizzando vari metodi. Primo fra tutti quello della parallasse che è valido fino a distanze di un centinaio di anni luce (cioè all'interno della nostra galassia). L'unità di misura di questo metodo, il Parsec, è l'unica utilizzata in astronomia ed è indipendente dalla velocità della luce (1 parsec = ~ 3,2 anni luce). L'anno luce è una unità, diciamo, popolare.

Vi sono poi altri metodi, che qui non descriviamo per semplicità.

Il metodo oggi più utilizzato per misurare le distanze interstellari è quello del cosiddetto spostamento verso il rosso (redshift) delle righe spettrali della luce proveniente da una stella lontana. Per l'effetto Doppler la luce proveniente da una stella si sposta nella direzione del rosso e tale spostamento è appunto proporzionale alla distanza.

Secondo le nostre ipotesi non è così. La luce proveniente da una stella lontana si sposta verso il rosso perché la sua lunghezza d'onda aumenta, come tutto il resto dell'universo.

Notiamo invece che la frequenza resta inalterata. Ricordiamo infatti che

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (2)$$

Anche i tempi impiegati dalla luce delle varie stelle per raggiungerci sono diversi e quindi, in definitiva diversa è l'età dell'universo, come vedremo tra poco.

Dobbiamo inoltre abbandonare il concetto di anno luce come unità di misura per le distanze interstellari, e tornare ad utilizzare il parsec o il buon vecchio metro ed i suoi multipli.

Tempo apparente e tempo reale

Consideriamo una distanza generica S tra due punti qualunque. Può trattarsi della distanza tra due galassie, della lunghezza di un regolo o anche delle dimensioni stesse del nostro universo, poco importa.

5

Secondo la fisica classica (legge di Hubble) tale distanza varia col tempo secondo la relazione

$$\frac{dS}{dt} = H S \quad (3)$$

che dice che la velocità con cui, ad esempio, due galassie poste ad una distanza S si allontanano reciprocamente, é proporzionale alla stessa distanza S.

Integrando la (3), e tenendo conto che la distanza S aveva agli inizi(nelle vicinanze del Big Bang) il valore S(BB) si ottiene

$$S(t) = S(BB)e^{Ht} \quad (4)$$

Le dimensioni quindi aumentano in funzione esponenziale al trascorrere del tempo. Noi avanziamo l'ipotesi che non vi sia stata inflazione e che, quindi, l'universo si sia espanso continuamente partendo da dimensioni ridottissime e seguendo una legge del tipo della (4). Inoltre supponiamo che il valore di H sia rimasto costante nel tempo.

Evidentemente non vogliamo iniziare dall'istante del BB poiché, come sappiamo, S(BB) avrebbe dei valori praticamente nulli, ed inoltre le condizioni in quei primissimi istanti non sono comunque ben chiare.

Decidiamo quindi, arbitrariamente, di cominciare a misurare il tempo da quando l'universo aveva una dimensione piccolissima, di solo 1 metro. Indicheremo tale valore come S(BB1) , per distinguerlo dall'altro S(BB) della (4).

L'universo definito con la nostra ipotesi si evolve quindi da un valore iniziale S(BB1) fino a raggiungere oggi le dimensioni S(0), stimate a circa 10^{26} m

$$S(BB1) = 1 \text{ m}; \quad S(0) = 10^{26} \text{ m} \quad (5)$$

La (4) diviene quindi

$$S(T) = S(BB1)e^{HT} \quad (6)$$

Nella (6) abbiamo indicato il tempo con la lettera maiuscola T per distinguerlo da quello tradizionale della (4) che avevamo indicato con la lettera minuscola t.

Chiamiamo T grande il tempo reale e t piccolo il tempo apparente o tradizionale.

Introducendo nella (6) i valori dati dalla (5), otteniamo **la nuova età dell'universo EU(T)**

$$EU(T) = 864 \cdot 10^9 \text{ anni} \quad (7)$$

Secondo la nostra ipotesi quindi il nostro universo si é espanso senza inflazione, a partire dal Big Bang, per un tempo molto, molto più lungo di quello comunemente accettato. **L'universo sarebbe dunque vecchio di piu' di 864 miliardi di anni a partire dalle dimensioni di 1 metro!**

N.B.

In quanto detto finora, abbiamo considerato la costante di Hubble H come costante nel tempo.

Recenti osservazioni (satelliti Kobe), sembrano invece mostrare che la velocità di espansione dell'universo cresce continuamente, cioè H sarebbe una funzione del tempo, $H(t)$. Evidentemente non si ha ancora la minima idea della legge con cui $H(t)$ cresca col tempo.

Nelle nostre ipotesi, questo fatto significherebbe, in particolare, che l'età dell'universo sarebbe ancora maggiore di quella prima trovata.

Ad esempio, se considerassimo un $H(t)$ crescente in maniera proporzionale con le dimensioni dell'universo (ipotesi che abbiamo già utilizzato) si troverebbe un valore superiore a **1789 miliardi di anni**.

Tuttavia, in attesa di altre conferme, preferiamo attenerci a quanto trovato nella (7)

La misura della velocità della luce

Una domanda che ci si può legittimamente porre è quella di come mai, se la velocità della luce varia col tempo, non ce ne siamo mai accorti; cioè come mai le misure nel passato hanno dato sempre il valore di $c(0)$.

La risposta deriva direttamente dalla nostra ipotesi di lavoro, espressa dalla (1). La velocità $c(t)$ della luce varia infatti esattamente come varia una qualunque dimensione lineare dell'Universo, incluso un eventuale metro campione. Per cui, una misura di $c(t)$ eseguita nel passato, anche un passato molto remoto, avrebbe sempre fornito lo stesso identico valore che oggi conosciamo.

Anche senza voler tenere conto della nostra ipotesi, sarebbe comunque estremamente difficile trovare oggi una conferma di questa variabilità della velocità della luce.

La velocità della luce infatti è variata di soli 2 cm/sec durante l'ultimo anno: un valore troppo piccolo per essere misurato.

Parametri e costanti fondamentali

Come già detto, la nostra ipotesi di una velocità della luce variabile nel tempo deve necessariamente portare a delle modifiche (in alcuni casi si può trattare di un vero sconvolgimento) nella visione classica dell'universo e dei suoi parametri, tali quali sono oggi universalmente accettati.

In particolare vi è un certo numero di grandezze e costanti fondamentali che debbono essere totalmente riconsiderati.

Nell'Appendice analizziamo alcune delle grandezze fondamentali ritenute oggi come costanti e che, nella nostra ipotesi, dovrebbero invece essere variabili col tempo.

Tenuto conto dei risultati contenuti nell'Appendice, si ha che

$$h \propto e^{2HT}; \quad mc^2 \propto e^{2HT}; \quad v = cost \quad (8)$$

e le condizioni fondamentali della nostra ipotesi divengono

$$c \propto e^{HT}; \quad m = cost; \quad h \propto e^{2HT}. \quad (9)$$

Riportiamo inoltre le conclusioni che riguardano la costante di gravità G e la densità media dell'universo ρ .

La prima diviene fortemente crescente col tempo

$$G \propto e^{3HT} \quad (10)$$

Mentre la densità media decresce fortemente

$$\rho \propto e^{-3HT} \quad (11)$$

Conseguenze delle nostre ipotesi

Le ipotesi piuttosto inconsuete che noi proponiamo in questo capitolo hanno delle conseguenze che possono gettare una nuova luce su fenomeni finora mal compresi o comunque, aprire la via a nuove interpretazioni di fatti già noti.

Ci è piuttosto difficile enumerare quali possano essere tutte queste conseguenze.

Ci limitiamo quindi nei prossimi paragrafi ad enumerare solo alcune di esse, lasciando ad altri, forse più preparati di noi, il compito di trovarne possibilmente delle altre.

Lo ripetiamo ancora una volta, le scelte fatte nella nostra ipotesi di quali grandezze e costanti fondamentali possano essere considerate come variabili sono piuttosto arbitrarie: il nostro scopo è solo quello di mostrare come il far variare nel tempo alcune di tali grandezze potrebbe condurre a risultati interessanti per una migliore comprensione del nostro universo.

Conseguenza N.1 Gravitazione universale

Ricordiamo che tale legge, detta anche di Newton, dice che:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{D^2} \quad (12)$$

La forza con cui due masse M_1 ed M_2 si attraggono è proporzionale al prodotto delle due masse ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza reciproca.

In particolare facciamo notare che essa ci dice che la forza diminuisce all'aumentare della distanza e quindi, in definitiva col passare del tempo.

La costante G è appunto chiamata costante di gravitazione universale ed il suo valore è sempre lo stesso in tutte le epoche ed in tutti i punti dell'universo.

Come si vede, nell'espressione (12), il numeratore è una costante poiché né le masse né la costante G variano col tempo. Il denominatore invece cresce all'aumentare della distanza D .

In definitiva quindi la forza di attrazione tra M_1 ed M_2 diminuisce continuamente nel tempo poiché, come sappiamo D aumenta continuamente secondo la legge di Hubble.

Per una generica distanza $S(t)$ al tempo t tra due stelle sappiamo che esse si allontanano secondo la (4).

Questo è quindi il valore della distanza D che dobbiamo introdurre al denominatore della (12). Come si vede, la forza di attrazione gravitazionale tra due masse M_1 ed M_2 , inizialmente ad una distanza $S(0)$, diminuisce esponenzialmente col passare del tempo. La (12) diviene quindi

$$F(t) = G \frac{M_1 M_2}{(S(0)e^{Ht})^2} \propto \frac{1}{e^{2Ht}} \quad (13)$$

Tutto ciò in base alla teoria classica. Vediamo ora cosa accade nella nostra ipotesi. Utilizzando le unità di tempo reale T e ricordando la (6), si ha per la (13) la nuova espressione della legge di gravitazione universale:

$$F(T) = G \frac{M_1 M_2}{(S(BB1)e^{HT})^2} \quad (14)$$

Ricordando la (9) e la (10), si ha

$$F(T) \propto e^{HT} \quad (15)$$

La diminuzione continua della massa data dalla (9) è più che compensata dall'aumento del valore della "costante" gravitazionale G (10).

Si arriva quindi alla sconcertante conclusione che la forza di gravità non risente dell'espansione dell'universo: anzi, essa aumenta col tempo.

Conseguenza N.2 Il Fato dell'universo

La formula (15) può anche essere utilizzata per fornirci un'idea sulla futura evoluzione del nostro universo, in particolare in che tipo di universo ci troviamo.

La (15) ci dice che la forza di gravità $F(T)$ aumenta durante l'espansione dell'universo.

Malgrado ciò, l'espansione dell'universo sembra non avere mai rallentato: anzi, secondo le più recenti rilevazioni, essa sembra accelerarsi.

Vorremmo tuttavia fare alcune osservazioni a questo proposito.

Se l'universo potesse essere visto come un'immensa sfera avente un centro, è evidente che le forze gravitazionali dovrebbero farlo collassare, prima o poi, verso il suo centro.

Questa fu la ragione dell'introduzione da parte di Einstein della famosa costante cosmologica: essa indicava l'esistenza di una forza misteriosa che poteva contrastare la gravità.

La moderna visione è invece quella di un universo in espansione, finito, ma senza limiti, uniforme in tutte le direzioni e, soprattutto, non avente alcun centro.

Quest'ultima caratteristica ci sembra particolarmente importante.

Ogni punto dell'universo può essere visto come centro dell'universo stesso.

Ciò perché, in qualunque punto dell'universo ci si trovi, a causa dell'uniformità, in qualunque direzione si guardi si troverà la stessa identica situazione.

In particolare la distanza della stella più lontana misurabile risulterà di circa 14 miliardi di anni luce (secondo la teoria classica).

Ne risulta che anche le forze gravitazionali agenti sul punto in questione saranno le stesse, da qualunque parte esse provengano: la loro risultante sarà quindi nulla.

Poiché queste considerazioni possono essere ripetute in modo identico per qualunque punto dell'universo, ne risulta che una massa, una stella ad esempio, ovunque si trovi, non dovrebbe quindi subire alcun effetto gravitazionale, oltre quello prodotto localmente.

Il nostro universo sembra quindi espandersi in maniera continua secondo la legge di Hubble fin dal Big Bang, senza che nessuna forza di gravità possa contrastare questa espansione. Il nostro sembra quindi essere un universo aperto che si espanderà per sempre.

Conseguenza N.3 La densità dell'universo

La densità si definisce come il rapporto tra la massa di un corpo ed il volume che esso occupa. Nel caso dell'intero universo questa densità media varierà col tempo poiché, secondo la nostra ipotesi, il volume varia col tempo.

Tenuto conto che il volume è proporzionale al cubo delle dimensioni lineari, si ha che:

$$\rho(T) = \frac{M(T)}{V(T)} \propto \frac{M(T)}{S(T)^3}$$

Ricordando la (6) e la (9), si ottiene infine che

$$\rho(T) \propto \frac{1}{e^{3HT}}$$

Che è esattamente identica alla (11).

Conseguenza N.4- Rotazione delle galassie e materia oscura

Le galassie si sono formate tra i 6 ed i 10 miliardi di anni fa dalla condensazione di materia allora fluttuante nell'universo.

La nostra galassia, la Via Lattea, si e' formata circa 10 miliardi di anni fa ed e' del tipo detto a spirale, essa possiede cioe' un denso nucleo centrale ed alcuni bracci che si avvolgono, appunto a spirale. Si stima che il suo raggio sia di circa 100000 anni luce.

Il nostro sole si e' formato circa 4,5 miliardi di anni fa, e la sua posizione e' in uno dei bracci della spirale ad una distanza di circa 24000 anni luce dal centro della galassia.

Ogni stella della galassia ruota quindi con una certa velocita' ed a una distanza R attorno al centro della galassia. Tale velocita' puo' essere facilmente calcolata eguagliando la forza di gravita' che agisce sulla detta stella con la sua forza centrifuga.

Chiamiamo:

-M(R) la massa della galassia che si trova all'interno della circonferenza di raggio R

- m la massa della stella

-G la costante di gravita'

-V la velocita' di rotazione che vogliamo calcolare

Si ha

$$\frac{GM(R)m}{R^2} = \frac{mV^2}{R} \quad (16)$$

Da cui

$$V = \sqrt{\frac{GM(R)}{R}} \quad (17)$$

Poiche' piu' del 90% della massa totale delle galassie a spirale e' concentrato nel suo nucleo, si puo' con buona approssimazione nella (17) sostituire a M(R) la massa totale della galassia M , valida per tutte le stelle al di fuori del nucleo. Si ottiene quindi

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad (18)$$

Come quindi si vede, la velocità V di rotazione decresce secondo l'inverso della radice quadrata della distanza R dal centro della galassia.

Questa situazione è riportata nella curva inferiore della Fig. 1, valida, in particolare per la nostra galassia. Come si vede risulta da tale curva che il sole dovrebbe avere una velocità di rotazione di circa 160 km/s.

In tempi recenti, misure sempre più precise delle velocità di rotazione, iniziate negli anni '60 (Louise Volders, 1959), hanno messo in evidenza che in realtà le velocità di rotazione sono parecchio più elevate di quelle ottenute con la (18).

Tale circostanza è rappresentata dalla curva superiore della Fig. 1.

Come si vede, ad esempio il nostro sole ha una velocità di rotazione di 220 km/s, contro i 160 km/s ottenuti con la (18).

Non solo, ma si osserva un appiattimento verso l'alto di tale curva, per cui anche le stelle più esterne della galassia hanno una velocità di rotazione tra i 210 ed i 220 km/s.

L'ipotesi oggi quasi universalmente accettata per spiegare un tale fenomeno è la presenza nell'universo di una immensa quantità della cosiddetta materia oscura.

Tale materia oscura, di cui non si conosce né l'origine né la natura (si ipotizza essa sia formata da particelle dette supersimmetriche, ancora da scoprire...), costituirebbe gran parte della materia del nostro universo, e con i suoi effetti gravitazionali all'interno delle galassie, giustificerebbe il fenomeno osservato.

La nostra ipotesi di una velocità della luce crescente col tempo, fornisce invece una spiegazione molto più semplice al fenomeno osservato.

Ricordando infatti la (6), la (9) e la (10), si ottiene per la (18) che

$$V \propto e^{HT} \quad (19)$$

Cioè la velocità di rotazione, per ogni punto della galassia ad una distanza R dal centro è sempre cresciuta col tempo dal momento della formazione ad oggi.

Chiamiamo

$V(t_1) = 220$ km/s, la velocità di rotazione del sole oggi misurata

$V(t_0) = 160$ km/s, la velocità del sole quale dovrebbe essere

e cerchiamo in quale istante (t_0) del passato tale velocità potesse essere valida.

$$\frac{V(t_1)}{V(t_0)} = \frac{220}{160} = \frac{e^{HT_1}}{e^{HT_0}} = 1,375 \quad (20)$$

In tale espressione, l'incognita è (t_0). Si ottiene facilmente

$$t_1 - t_0 = 4.6 \cdot 10^9 \text{ anni} \quad (21)$$

Tale valore è esattamente considerato attualmente come l'epoca di formazione delle stelle, tra cui anche il sole.

Questo risultato tuttavia non sembra soddisfacente perché non tiene conto di ciò che è accaduto nella galassia prima della formazione delle stelle (ricordiamo che la galassia è vecchia di 9-10 miliardi di anni)

Inoltre bisogna trovare una risposta anche al secondo problema prima menzionato, quello cioè dell'appiattimento verso l'alto della curva delle velocità di rotazione delle galassie (vedi curva superiore della Fig. 1).

Vogliamo quindi avanzare un'ipotesi che si basa su forti semplificazioni e che può quindi essere considerata solo per il suo aspetto qualitativo e non certo quantitativo.

La galassia formatasi circa 10 miliardi di anni fa, non era certamente come noi oggi la osserviamo. Le stelle si sono formate infatti solo 4-5 miliardi di anni fa.

Per circa 5 miliardi di anni la galassia era quindi formata da materia non coagulata.

Semplificando, si può dire che essa si presentava per lungo tempo come un disco rotante che, ancora semplificando, si può immaginare di densità uniforme.

La sua massa totale era la stessa di oggi e che abbiamo indicato con M . Inoltre supponiamo ancora che il suo raggio totale, $R(0)$, fosse lo stesso dell'attuale, cioè di circa 100000 anni luce.

È evidente che in tali condizioni, la velocità di rotazione ad un qualunque raggio R fosse data dalla (17) piuttosto che dalla (18), cioè dipendesse dalla materia contenuta all'interno di una circonferenza di raggio R .

In un disco rotante di materia uniforme e di raggio totale $R(0)$, la massa contenuta all'interno di una circonferenza di raggio R è

$$M(R) = M \left(\frac{R}{R(0)} \right)^2 \quad (22)$$

Quindi la (17) diviene

$$V = \frac{1}{R(0)} \sqrt{GMR} \quad (23)$$

E, tenuto conto della (6), della (9) e della (10), si ha

$$V \propto e^{HT} \quad (24)$$

che è identica alla (19).

Dalla (23) si deduce che le velocità di rotazione crescono ora proporzionalmente alla radice quadrata della distanza R dal centro, esattamente l'inverso di quello che accade nella (18) che sarebbe quindi valida solo dopo la formazione delle stelle..

Questo fatto potrebbe spiegare l'appiattimento delle velocità verso l'alto, come riportato nella curva superiore della Fig. 1.

Con un ragionamento estremamente semplificato, si può infatti immaginare che durante circa 4,5 miliardi di anni sia stata valida la (23), mentre nei successivi 4,5 miliardi di anni è stata la (18) ad essere valida.

Per chiarire questo concetto, facciamo il ragionamento seguente. Dobbiamo anzitutto decidere quale era la velocità di rotazione iniziale della galassia alla sua formazione, 9 miliardi di anni fa.

Questo è possibile se prendiamo in considerazione la materia nella periferia estrema della galassia, cioè posta a 100000 anni luce dal centro. Infatti a questa distanza, sia applicando la (18), sia applicando la (23), si ottiene lo stesso risultato poiché tutta la materia si trova all'interno del raggio R_0 . Oggi sappiamo che tale velocità di rotazione è di circa 220 km/s.

Secondo la nostra ipotesi, applicando la (19) e la (20) troviamo che tale velocità era di 118 km/s. Applicando inoltre la (23) (la galassia era allora fluida), troviamo che la velocità di rotazione nella posizione occupata più tardi dal sole (~24000 anni luce dal centro), era di 57.8 km/s.

Questa situazione è riportata nella Fig. 2A che si riferisce appunto al periodo T_0 , circa 9 miliardi di anni fa, di formazione della galassia.

Durante i successivi 4,5 miliardi di anni è ancora la (23) ad essere valida. Applicando la (19) si trova che la velocità di rotazione periferica è ora cresciuta fino a 161 km/s, mentre la velocità nella posizione del sole è ora di 79 km/s.

Questa situazione è rappresentata nella Fig. 2B, dove T_1 è appunto 4,5 miliardi di anni dopo la formazione della galassia.

A questo punto le stelle cominciano a formarsi, quindi la distribuzione delle velocità di rotazione prende piuttosto la forma della (18) anziché la (23).

Evidentemente questo passaggio avrà preso un tempo piuttosto lungo, forse di qualche miliardo di anni. Noi invece, nella nostra estrema semplificazione consideriamo questo passaggio istantaneo ed avvenuto 4,5 miliardi di anni fa.

La legge di rotazione delle velocità ha ora l'andamento qualitativamente mostrato nella Fig. 2C.

Dopo ancora 4,5 miliardi di anni (cioè oggi) ed applicando ora le (18), le velocità periferica sarà di 220 km/s e quella del sole anch'essa di 216 km/s. Questo valore è inoltre identico per tutte le posizioni intermedie delle stelle nella galassia (vedi Fig 2D).

Questa situazione è esattamente quella che si osserva oggi.

Come si vede, la nostra ipotesi spiega perfettamente l'anomalia registrata nella velocità di rotazione delle galassie a spirale, senza far ricorso alla presenza della materia oscura.

Tale materia oscura infatti, un qualcosa che non si può mettere in evidenza in alcuna maniera, ci ricorda molto la famosa Costante Cosmologica, ed anche l'ipotesi dell'universo inflazionistico: un qualcosa cioè introdotto "per far quadrare i conti".

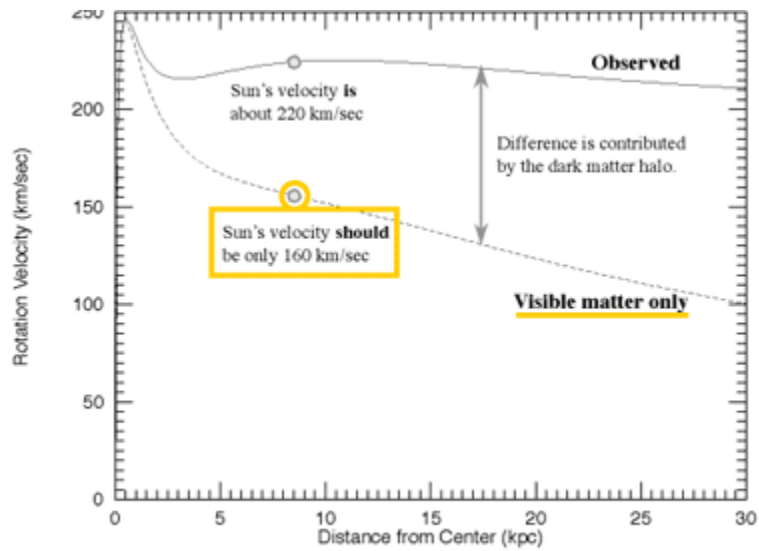
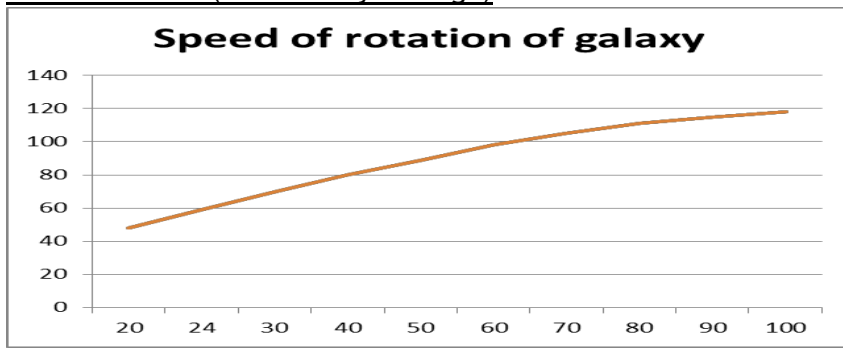


Fig. 1 -Velocita' di rotazione delle galassie a spirale (Via Lattea) in funzione della distanza dal centro

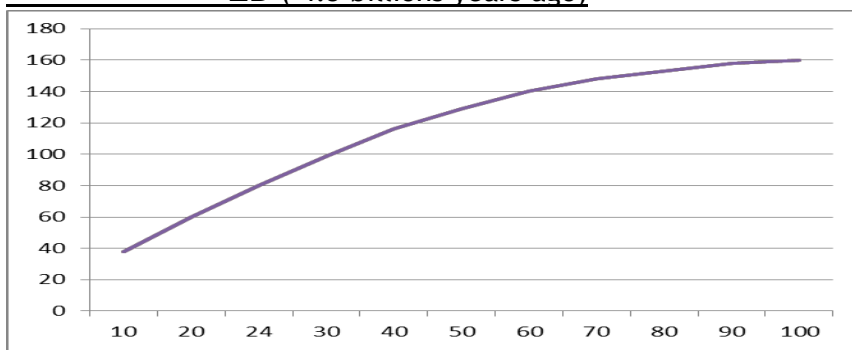
(This page was copied from [Nick Strobel's Astronomy Notes.](#))

15

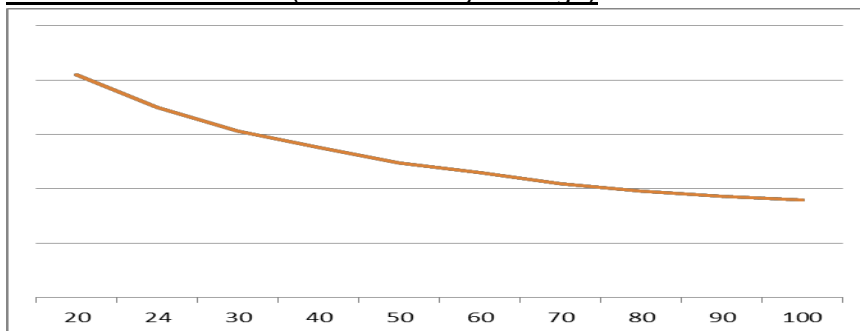
2A (9 billions years ago)



2B (4.5 billions years ago)



2C (4.5 billions years ago)



2D (today)

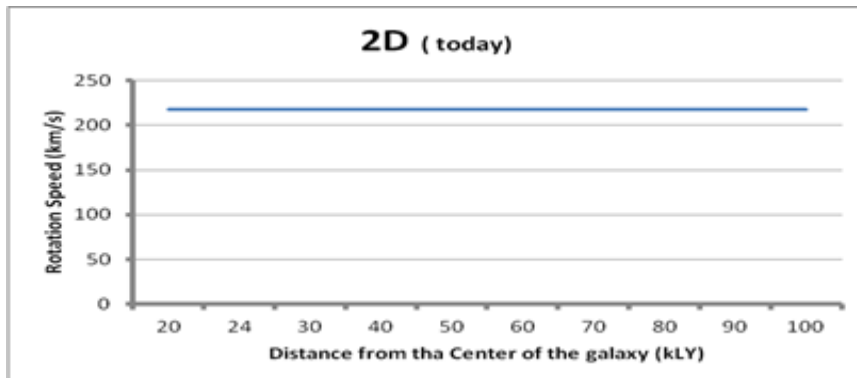


Fig.2- Variazione della velocita' di rotazione della galassia col tempo

Perche' le galassie a spirale non esplodono?

Le stelle che si trovano nei bracci esterni delle galassie a spirale ruotano ad una velocita' molto alta, comunque superiore, come abbiamo visto, a quella calcolata teoricamente (vedi Fig. 1).

In tali condizioni esse dovrebbero letteralmente schizzare fuori della galassia e quest'ultima dovrebbe quindi come "esplodere".

Cio' non avviene, e questo fatto viene ancora attribuito all'esistenza di grandi quantita' di materia oscura che con la sua massa tiene la galassia unita.

Secondo le nostre ipotesi vi e' un'altra spiegazione.

Consideriamo infatti la (16) che mette a confronto la forza centrifuga e la forza centripeta subite dalle stelle all'interno delle galassie a spirale.

Risulta che, applicando le relazioni dell'Appendice, tali forze aumentano nella stessa identica maniera col tempo.

Non vi e' quindi alcuna ragione perche' le galassie a spirale debbano "esplodere".

Conseguenza N. 5 - Lenti gravitazionali

Tra le "prove" comunemente considerate dell'esistenza della materia oscura, vi sono le cosiddette Lenti Gravitazionali.

Quando una lontanissima galassia(miliardi di anni luce) , un ammasso di galassie e la terra si trovano in allineamento, avviene che la luce proveniente dalla prima, passando nello spazio distorto dalla gravita' prodotta dall'ammasso di galassie , giunge sulla terra come una specie di alone attorno all'ammasso di galassie interposte nel suo cammino. Questo e' un effetto classico della Relativita' Generale. Accade ora che la distorsione appare maggiore di quella che si puo' stimare calcolando la massa totale dell'ammasso di galassie. Questa anomalia e' comunemente oggi attribuita alla presenza invisibile di materia oscura che, con la sua massa, accentua le distorsione della luce.

Quantitativamente, la deviazione di un raggio di luce che passa ad una distanza R da un ammasso di galassie di massa M e' data dalla formula della Relativita' Generale

$$\alpha = 4 \frac{GM}{c^2 R} \quad (25)$$

Notiamo subito che, come si deduce dall'Appendice, tale angolo resta assolutamente costante al passare del tempo anche nelle nostre ipotesi.

La massa totale M dell'ammasso di galassie viene stimata con buona approssimazione dalla misura della luce emessa.

Si trova appunto che l'angolo di deviazione della luce e' molto superiore a quello che risulterebbe dalla (25) introducendovi la massa M stimata. Questa discrepanza puo' anche essere molto alta.

L'esempio piu' famoso di tale fenomeno e' dato dalla Qasar G 2237+0305 che si trova perfettamente allineata con la galassia ZW 2237+030 e la terra.

La Qasar si trova ad una distanza di 8 miliardi di anni luce dalla terra, mentre la galassia si trova a "solo" 400 milioni di anni luce.

La luce della Qasar che giunge sulla terra sembra deviata di un angolo molto superiore rispetto a quello che deriverebbe dall'applicazione della (28). Se ne deduce che cio' e' dovuto ad una grande quantita' di materia oscura esistente nella galassia in oggetto.

Le nostre ipotesi permettono di fornire un'altra spiegazione.

Risulta infatti che la Qasar si trova a circa 14 miliardi di anni luce dalla terra, e non solo ad 8.

In tali condizioni l'angolo fatto dalla luce in prossimita' della galassia risulta maggiore di quanto stimato solo con la (25)

Vi potrebbe quindi essere accordo tra l'angolo reale e la massa M stimata nella (25). E cio' senza far ricorso all'ipotesi della materia oscura.

Conseguenza N. 6- Ammassi (clusters) di galassie

Esistono nell'Universo delle regioni in cui parecchie galassie si sono addensate le une in prossimita' delle altre , in modo da formare dei veri e propri ammassi di galassie. La ragione per cui esse restano cosi' vicine tra di loro e' comunemente attribuito alla forza di gravita' che localmente ha evidentemente una grande influenza.

Stimando pero' la massa totale di tali ammassi di galassie si e' arrivati alla conclusione che la forza di gravita' non e' sufficiente per giustificare questa loro vicinanza reciproca: in realta' esse dovrebbero allontanarsi le une dalle altre sotto l'effetto dell'espansione dell'Universo.

La ragione di tale anomalia e' comunemente attribuita, ancora, alla presenza invisibile di grandi quantita' di materia oscura che, con la sua massa, giustifica una attrazione gravitazionale maggiore, e quindi il loro raggruppamento.

La nostra ipotesi puo' fornire una spiegazione differente.

Se consideriamo le formule (13) e (15) vediamo che , secondo la nostra ipotesi(15) la forza di gravita' aumenta durante l'espansione dell'universo.

Questo giustifica perche' le galassie non si allontanano tra di loro negli ammassi considerati.

Conseguenza N. 7 Il Big Bang

Tra le molte stranezze della fisica moderna vi e' certamente il Big Bang , questa singolarita' per cui dal nulla si e' creato qualcosa, incluse le leggi della fisica, la materia e le stesse nozioni di spazio e di tempo, per cui non ci si puo' porre la domanda di cosa esistesse prima di esso.

Questo fatto fa si' che il Big Bang si presenti come un concetto di fede, un dogma, al quale bisogna credere perche' tutto porta, per l'istante, a concludere che le cose siano davvero andate cosi', ma al tempo stesso esso ci fa sentire la sua terribile irragionevolezza, nel senso che nessun ragionamento puo' convincerci che dal nulla possa generarsi qualcosa.

Questa ipotesi e' oggi accompagnata dal cosiddetto periodo inflazionistico dell'universo.

Questa teoria si è sviluppata essenzialmente per spiegare l'apparente uniformità dell'universo in tutte le sue regioni.

L'ipotesi di A. Guth afferma che subito dopo l'istante iniziale del Big Bang (quando l'universo era ancora più piccolo di un protone) l'espansione si sia arrestata brevissimamente in modo che l'informazione raggiungesse ogni regione e quindi producesse l'uniformità, per poi continuare in modo rapidissimo per un altro corto periodo di tempo (inflazione, appunto), fino a raggiungere i valori che noi oggi conosciamo.

Diciamo che, anche se oggi largamente accettata negli ambienti scientifici, tale teoria sembra un po' troppo artificiosa e fatta per far quadrare i conti... proprio come la famosa costante cosmologica di Einstein...

Le nostre ipotesi possono invece gettare nuova luce su questo argomento.

Prendiamo di nuovo in considerazione la formula (6). Abbiamo visto che, secondo la nostra ipotesi, per passare dalle dimensioni di 1 metro alle attuali (stimate) di 10^{26} m ci son voluti ben 864 miliardi di anni.

Ma è chiaro che l'universo non è certo nato con le dimensioni di 1 metro. Possiamo quindi immaginare che esso sia nato, come nell'ipotesi classica, con dimensioni puntiformi, cioè più piccole di qualunque dimensione immaginabile.

Se, per esempio volessimo partire dalle dimensioni di 1 mm, la (6) ci dice che il tempo necessario a raggiungere le dimensioni di 1 m è di circa 100 miliardi di anni. Se invece volessimo iniziare dalle dimensioni di 1 micron, il tempo sarebbe di ben 200 miliardi di anni.

Se poi volessimo iniziare quando, ad esempio, l'universo aveva le dimensioni di solo 10^{-30} m, si otterrebbero ben 1030 miliardi di anni!

Come si vede il processo può continuare indefinitamente: si arriva quindi alla conclusione che **l'inizio dell'universo è avvenuto in un tempo passato infinitamente lontano!**

Anche se questo introduce un nuovo concetto di infinito, questa ipotesi ci sembra più ragionevole di quella classica. Essa infatti elimina l'angosciosa domanda che ci eravamo prima posti: cosa c'era prima di 14 miliardi di anni fa?

Quanto all'apparente uniformità dell'universo, essa si può spiegare col fatto che la velocità della luce è stata sempre superiore alla velocità di espansione dell'universo: la luce ha quindi raggiunto tutte le regioni dell'universo, provocando così l'uniformità osservata.

Conclusioni

In molte attività umane, come ad esempio nella sicurezza o quando si deve investire in una nuova impresa, si usa prendere le decisioni utilizzando un parametro denominato in generale come rischio. Esso è definito come prodotto di due fattori:

La probabilità che l'evento o il successo arrivi realmente

Le conseguenze della realizzazione di tale evento

Ammettiamo pure che la nostra ipotesi abbia una probabilità di esser vera piccola, o anche molto piccola.

Le conseguenze invece sarebbero grandiose.

Il prodotto dei due fattori non è quindi certamente nullo.

Ci sembra quindi che tale ipotesi valga la pena di essere approfondita.

APPENDICE**Parametri e grandezze fondamentali**

Tra il gran numero di grandezze oggi conosciute in natura, ve ne sono otto che vengono comunemente considerate come quantità fondamentali.

Tenuto conto delle rispettive unità di misura, riportiamo anche la loro dipendenza dal tempo T, seguendo l'espansione dell'universo:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/sec} \quad \text{velocità della luce} \propto e^{HT}$$

$$h = 1,05 \times 10^{-27} \text{ erg sec} \quad \text{costante di Plank} \propto e^{2HT}$$

$$e = 4,8 \times 10^{-10} \sqrt{\text{erg}} \sqrt{\text{cm}} \quad \text{carica dell'elettrone} \propto \sqrt{e^{3HT}}$$

$$m = 1,6 \times 10^{-24} \text{ grammi} \quad \text{massa del protone} = \text{cost}$$

$$g = 1,4 \times 10^{-49} \text{ erg cm}^3 \quad \text{costante di Fermi per interazioni deboli} \propto e^{5HT}$$

$$G = 6,7 \times 10^{-8} \text{ erg cm gr}^{-2} \quad \text{costante di gravità} \propto e^{3HT}$$

$$H = 2,2 \times 10^{-18} \text{ sec}^{-1} \quad \text{costante di Hubble} = \text{cost.}$$

$$\rho = 10^{-31} \text{ gr cm}^{-3} \quad \text{densità media dell'universo} \propto e^{3HT}$$

Una conseguenza estremamente importante della nostra ipotesi è che le precedenti grandezze hanno mantenuto il valore che hanno oggi anche nel passato. Ricordiamo infatti la definizione di erg

$$\text{erg} = \text{gr cm}^2 \text{sec}^{-2}$$

Risulta quindi che, ad esempio, la costante di Plank, h, avrebbe avuto lo stesso valore di $1,05 \times 10^{-27}$ erg sec, anche misurato un miliardo di anni fa. Lo stesso è valido per le altre 7 grandezze riportate.

Con queste otto grandezze si formano cinque rapporti adimensionali, che rivestono grandissima importanza nella fisica attuale:

$$\alpha = e^2 / hc = 7,3 \times 10^{-3} \quad \text{chiamata costante di struttura fine}$$

$$\beta = gm^2c / h^3 = 9 \times 10^{-6}$$

$$\gamma = Gm^2 / hc = 5 \times 10^{-39}$$

$$\delta = Hh / mc^2 = 10^{-42}$$

$$\varepsilon = G\rho / H^2 = 2 \times 10^{-3}$$

Nel mondo scientifico vi é un comune accordo sul fatto che esse siano da considerarsi delle costanti nel tempo: esse cioé hanno mantenuto rigorosamente il loro valore attuale dal momento del Big Bang ad oggi.

Ogni loro variazione nel tempo, anche piccolissima, non avrebbe semplicemente permesso il formarsi di un universo come noi oggi lo conosciamo.

Tenuto conto della dipendenza dal tempo delle quantita' fondamentali, risulta appunto che i cinque rapporti fondamentali restano assolutamente costanti ed invariabili col tempo, anche nelle nostre ipotesi.