L'AFFASCINANTE IPOTESI DI C TIME VARYING

Abstract
This article explores the scientific hypothesis that has been proposed recently [1][2][3][4] from many scientists and researchers: the variation of c, the speed of light, with the time.
With this hypothesis, would be possible:
1) the explanation of the cosmological redshift caused, not by a problematical Big Bang (why and from which, at t=0 did the Universe begin?) but by a variation of c with the time at the rate (dc/c)sec= –H, with H = Hubble constant
2) the explanation of the anomalous acceleration $a_p = -8 \bullet 10^{-10}$ m/sec^2, measured on spacecrafts Pioneer 10, Pioneer 11, Galileo, Ulysses.
3) The explanation of the high redshift of Supernovae SN Ia, that seems to evidence an acceleration of the expansion of the universe, instead of the expected deceleration due to gravitational forces.

The article explains why c varies with the time and the law of the variation. Relates the variation $(dc/c)_{sec}$ with the Hubble constant and infers a value for $(dc/c)_{sec}$ from the (apparent) variation of the Earth-Moon distance. The article makes the proposal that gravitational forces have a finite action radius R_m, and conclude that with this hypothesis the universe is spherical, stationary, with electromagnetic radiation in thermodynamic equilibrium with it. The size of the variation of c (3 cm/sec for year) is at the limits of the actual possibility, and the author hopes that some researcher would confirm, or disprove, directly the hypothesis.

1- INTRODUZIONE

Il presente scritto intende fornire una ***interpretazione alternativa*** della legge di Hubble, la quale lega lo spostamento in frequenza df/f che si osserva per la luce proveniente da galassie distanti R dalla Terra, ad un presunto moto di recessione delle galassie dalla Terra (e delle varie galassie fra loro) con velocità v. Secondo questa interpretazione la legge di Hubble, si scrive:

$$v = H\,R \qquad (1)$$

essendo v la velocità di *recessione* di una galassia a distanza R, ed H una costante con valore $H = (2.5 \pm 0.83)\ 10^{-18}\ \mathrm{sec}^{-1}$ (il valore di H è fortemente dibattuto, come verrà chiarito nel seguito).
La variazione di velocità viene percepita come variazione di frequenza. Infatti se la sorgente è in moto, fra la frequenza emessa e quella percepita esiste la relazione:

$$f = \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}} f_0$$

Per velocità non relativistiche $v^2/c^2 \ll 1$, allora $\frac{f - f_0}{f_0} = -\frac{v}{c}$. Ovvero

$\frac{df}{f} = -\frac{v}{c}$.   E per confronto con la legge di Hubble

$$\frac{df}{f} = -H\frac{R}{C} \qquad (2)$$

essendo H la costante di Hubble. Lo scritto mostra viceversa come lo spostamento df/f possa attribuirsi ad un variazione di c col tempo, precisamente ad una *diminuzione* di c col tempo, con un ritmo $\left[\frac{dc}{c}\right]_{sec} = -H$.

Secondo quest'ultima interpretazione, verificabile sperimentalmente poiché la variazione $[dc/c]_{anno}$ è misurabile, anche se con difficoltà, con le tecnologie attuali, l'universo non risulta in espansione ma risulta essere stazionario, con un raggio R_m ed una densità costanti e dipendenti da H. La teoria esposta prevede che R_m sia il raggio d'azione delle forze gravitazionali. Viene mostrato che se si assume che le forze gravitazionali hanno raggio d'azione finito R_m allora l'universo, paragonabile ad un gas molto rarefatto, non è soggetto ad espansione ma risulta stazionario. Si vedrà come la legge di Hubble possa dedursi da alcune premesse teoriche e come tale deduzione si accompagni ad una serie di previsioni fra le quali la previsione dello stesso valore della costante di Hubble.

Fra le conseguenze della teoria si hanno le seguenti:

a) **necessità di modificare la legge di gravitazione universale**. Il campo gravitazionale come qualsiasi altro campo, risulta avere un campo d'azione finito, il che consente la quantizzazione di tale campo.
   Come è noto infatti esiste una relazione importante fra il campo d'azione della forza e la massa del quanto d'azione (relazione di Yukawa)
b) **Il valore della costante di Hubble risulta prevedibile** e non accidentale come accade nella teoria del Big Bang. Il valore previsto è compatibile con le stime recenti del valore di tale costante. Analogamente risulta prevedibile il valore della densità dell'universo.
c) Viene spiegata l'accelerazione anomala delle sonde Pioneer 10 ed 11,Ulisse e Galileo.

Questo lavoro non deve essere inteso come una esposizione organica di una teoria perfettamente definita e conclusa, ma come contenitore di idee che si spera feconde. Sono graditi commenti e segnalazioni di errore.

2- REDSHIFT COSMOLOGICO

Il dato più significativo della cosmologia moderna è lo spostamento delle righe di emissione atomica, rilevate nello spettro della luce galattica, verso valori che corrispondono a frequenze inferiori rispetto a quelle misurate in laboratorio (*spostamento verso il rosso*).

L'interpretazione più diffusa attribuisce tale spostamento all'effetto Doppler risultante da un moto di allontanamento delle galassie relativamente all'osservatore terrestre. Ciò porta ad una rappresentazione non stazionaria dell'universo, in cui tutte le galassie si allontanano reciprocamente: *universo in espansione*. La teoria espansiva trova la sua giustificazione oltre che nel predetto effetto di spostamento verso il rosso, anche nell'osservazione della radiazione cosmica di fondo, interpretata come il residuo di un primordiale big bang dal quale l'universo si sarebbe originato. Procedendo a ritroso nel tempo la teoria espansiva implica infatti che ad un certo istante t=0 tutte le galassie si trovassero concentrate in un punto. La teoria espansiva implica cioè un'asse temporale unidirezionale provvisto di origine. Vogliamo mostrare come il redshift cosmologico possa essere dedotto a partire da premesse totalmente diverse:

a) dipendenza della velocità della luce dalla distanza della sorgente (diminuzione), cioè dipendenza di tale velocità dalla variabile tempo.
b) dipendenza lineare della frequenza dalla velocità della luce, cioè:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta c}{c} \qquad (3)$$

Il calcolo di $\left[\frac{dc}{c}\right]_{\sec}$ può essere condotto servendosi del dato relativo all'allonta-namento (apparente) della Luna dalla Terra di 3,8 cm/anno. Questo dato, fornito dal sito ufficiale della NASA:
http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/moonfact.html
è stato ottenuto misurando il tempo di andata e ritorno di un raggio laser riflesso da uno specchio posto sulla superficie lunare durante la missione Apollo 11 (1969). Si è tentato di interpretare tale dato come dovuto alla perdita, da parte della Terra, di energia cinetica durante le maree. Tuttavia non esiste, neanche in linea di principio, la possibilità di stabilire l'energia persa dalla Terra per tale causa. E quindi non può esistere alcun calcolo che sia in grado, a partire da tale ipotesi, di rendere conto del valore numerico riscontrato.

Tale dato potrebbe viceversa venire spiegato come dovuto ad una diminuzione della velocità delle onde elettromagnetiche, utilizzate per la misura della distanza Terra-Luna, col tempo.

Con tale ipotesi segue:

$$\left[\frac{dc}{c}\right]_{\sec} = -\left[\frac{dL}{L}\right]_{\sec} \qquad (4)$$

essendo L la distanza Terra Luna. Il segno meno è dovuto al fatto che una diminuzione di c col tempo si traduce in un apparente aumento della distanza L, valutata assumendo c costante. Deduciamo la precedente.

Sia $T = \frac{L}{c}$ il tempo impiegato da un raggio laser per percorrere la distanza Terra Luna. Ripetendo la misura di T a distanza di un anno si misura una variazione relativa ΔT/T. Nel caso generale in cui sia L che c siano considerate variabili col tempo si ha:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta c}{c}$$

Se si suppone c costante, si trova: $\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta L}{L}$

Se invece si suppone L costante si ha: $\frac{\Delta T}{T} = -\frac{\Delta c}{c}$

Quindi la relazione che lega $\frac{\Delta c}{c}$ con l'allontanamento apparente $\frac{\Delta L}{L}$ è :

$$\left[\frac{dc}{c}\right]_{\sec} = -\left[\frac{dL}{L}\right]_{\sec}$$

Col dato indicato prima si ricava:

$$\left(\frac{\Delta L}{L}\right)_{anno} = 3.8\bullet 10^{-2} / 378 \bullet 10^{6} \quad anno^{-1} = 10^{-10} \ anno^{-1}$$

$$\left(\frac{dc}{c}\right)_{\sec} = -3.17 \bullet 10^{-18} \sec^{-1}$$

Il valore assoluto della costante precedente è dello stesso ordine della costante di Hubble H che esprime il rapporto fra la presunta velocità di recessione v delle galassie e la loro distanza R (legge di Hubble): $H = \frac{v}{R}$

La velocità di recessione può dedursi dallo spostamento in frequenza che si suppone dovuto ad effetto Doppler. Questo effetto prevede che fra la frequenza f_o di un'onda elettromagnetica emessa da una sorgente in quiete, e la frequenza f emessa dalla stessa sorgente in moto di allontanamento con velocità v, esista la relazione:

$$f = \frac{1-\frac{v}{c}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} f_0$$

Per velocità non relativistiche ($v^2/c^2 << 1$) è allora: $\frac{df}{f} = -\frac{v}{c}$

e la legge di Hubble si scrive: $$\boxed{\frac{df}{f} = -H\frac{R}{c}}$$

Mostriamo adesso come la coincidenza fra il valore di $(dc/c)_{\sec}$ e quello della costante H non sia casuale. Si consideri una sorgente la cui luce ci pervenga dopo un tempo T=R/c.

Indicando con $\frac{\Delta c}{c}$ la variazione di c per l'intero percorso si ha: $\frac{\Delta c}{c} = \left[\frac{dc}{c}\right]_{\sec}\frac{R}{c}$

Ed essendo per ipotesi $\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta f}{f}$ si trova: $\frac{\Delta f}{f} = \left(\frac{dc}{c}\right)_{\sec}\frac{R}{c}$

e per confronto con la legge di Hubble si ha $\left(\frac{dc}{c}\right)_{\sec} = -H$

$$H = -\left(\frac{dc}{c}\right)_{sec} = 3.17 \bullet 10^{-18}\ sec^{-1} = 95.1\ \ (Km \bullet sec^{-1} \bullet Mparsec^{-1})$$

($1\ sec^{-1} = 3 \bullet 10^{19}$ (Km/s)/Mparsec)

Il valore precedente è compatibile con molte stime della costante di Hubble riferite dalla letteratura. Dal sito:
http://scienceworld.wolfram.com/physics/HubbleConstant.html
leggiamo: The current value of the Hubble constant, denoted , is hotly debated, with two opposing camps generally getting values near the high and low ends of 50 and 100 km s^{-1}/Mpc (where Mpc is a megaparsec, equal to 10^6 parsecs). Using infrared observations of Cepheid variables , Madore (1992) obtained H_0= 83.13 km s^{-1}/Mpc. Using HST observations of Cepheid variables in the Coma cluster of galaxies, van den Bergh (1995) obtained H=81.8 km s^{-1}/Mpc.

3- ACCELERAZIONE ANOMALA DELLE SONDE PIONEER 10, GALILEO ED ULISSE.

Come descritto particolareggiatamente nel documento:
http://arxiv.org/PS_cache/gr-qc/pdf/0104/0104064v5.pdf
a partire dal 1980 fino al 1998, allorquando si è perso il contatto, sulla sonda Pioneer 10, che aveva raggiunto i confini del sistema solare, si è potuto misurare la presenza di una accelerazione anomala con valore $a_p \approx 8 \bullet 10^{-10}$ m/s^2 diretta lungo la congiungente sonda sole, ***in direzione del sole***, accelerazione che si è mantenuta costante per tutto il periodo di osservazione. Tale accelerazione è stata definita anomala dai ricercatori della Nasa perché non è spiegabile con alcuno dei meccanismi ipotizzabili al momento.
In particolare non è ipotizzabile come dovuta alla radiazione emessa dai radiatori che smaltivano il calore emesso dalle sorgenti a radioisotopi di bordo, poiché tale calore è diminuito notevolmente nei 18 anni di osservazione, mentre l'accelerazione misurata è rimasta costante. Le successive sonde Galileo ed Ulisse hanno confermato la presenza di tale accelerazione anomala con valori rispettivamente $(8\pm3) \bullet 10^{-10}$ m/sec^2 e $(12\pm3) \bullet 10^{-10}$ m/sec^2. Il documento suddetto, scritto nel 2002 dai scienziati della Nasa che avevano il compito di monitorare i dati provenienti dalle sonde Pioneer 10 e dalla sua gemella Pioneer 11, chiarisce che al momento nessuna spiegazione soddisfacente è stata fornita del fenomeno, benché si sia rilevato sperimentalmente che esiste una coincidenza empirica fra a_p ed il prodotto Hc. Vogliamo mostrare come, viceversa, la relazione:

$$\boxed{a_p = -H \bullet c}$$

segua immediatamente dalla ipotesi che la velocità della luce diminuisca col tempo ad un ritmo $(dc/c)_{sec}$= -H. Infatti nel tempo Δt la luce subirà un incremento relativo:

$$\frac{\Delta c}{c} = \left(\frac{\Delta c}{c}\right)_{sec} \bullet \Delta t = -H \bullet \Delta t$$

$$\boxed{\frac{\Delta c}{\Delta t} = -H \bullet c}$$

Allora:

La precedente fornisce **la accelerazione cui sono soggetti i fotoni delle onde radio utilizzate per comunicare col Pioneer e con le altre sonde, rilevabile sperimentalmente con uno spostamento in frequenza df/f.** Se viceversa si assume, come è stato fatto dai ricercatori, che la velocità della luce è costante, si concluderà che è lo spostamento di frequenza df/f, misurato sperimentalmente, sia dovuto ad una accelerazione del Pioneer. Allora:

$$a_p = -H \bullet c$$

Con i valori H=3.17• 10^{-18} sec^{-1}, c=2.99 10^8 m/sec si trova

$$\boxed{a_p = -9.5 \bullet 10^{-10}\ m/sec^2}$$

(il segno meno indica che l'accelerazione è diretta dalla sonda verso l'osservatore terrestre) che è compatibile con i valori trovate per le sonde Pioneer, Galileo ed Ulisse.

4- GIUSTIFICAZIONE DELLA LEGGE DI HUBBLE

Nell'ambito della teoria espansiva dell'universo lo spostamento df/f della legge di Hubble viene inteso come dovuto ad effetto Doppler. Vogliamo viceversa mostrare come sia possibile dedurre la legge di Hubble nell'ambito di una teoria non espansiva. La relatività generale predice che un fotone soggetto ad un gradiente di potenziale gravitazionale dU sia sottoposto ad uno spostamento di frequenza:

$$\frac{\Delta f}{f} = -\frac{\Delta U}{c^2} \qquad (5)$$

essendo U l'energia potenziale ***ad unità di massa***.
Per calcolare il potenziale U(R) cui è soggetto un fotone in un punto P a distanza R dalla sorgente assumiamo per l'universo un modello omogeneo ed isotropo (densità media D). Allora se R è la distanza di P dal centro O di una sfera di raggio R_1>R, centro assunto coincidente con la sorgente, per calcolare U(R) si può dividere la sfera in due parti. Una prima sfera S di raggio R ed una seconda parte (calotta sferica) costituita da ciò che resta della sfera di raggio R_1 togliendo la sfera S. Il contributo ad U(R) di S si può calcolare concentrando la massa $M = \frac{4}{3}\pi\ D R^3$ nel centro.
Il contributo della calotta sferica è viceversa nullo, poiché il campo nei punti interni di una sfera cava è nullo (ciò è vero a rigore solo per i campi centrali con dipendenza $1/R^2$). Il potenziale U di un campo vettoriale K è definito da

$$U(R) = \int_{R_0}^{R} K\, dR \qquad (6)$$

essendo R_0 un punto arbitrario in cui si assume $U(R_0)=0$. Calcoliamo U(R) assumendo che il campo k sia quello di Newton:

$$k(R) = G\frac{M}{R^2} \qquad (7)$$

Se $M = \frac{4}{3}\pi DR^3$ si ha: $k(R) = \frac{4}{3}\pi\ GDR$ Allora:

$$U(R) = \frac{2}{3}\pi\ GDR^2 \tag{8}$$

La relazione di Einstein condurrebbe allora a: $\frac{df}{f} = -\frac{2}{3}\pi\ \frac{GDR^2}{c^2}$

Tale relazione è chiaramente diversa dalla legge di Hubble indicando una dipendenza quadratica in R invece che lineare. Se si esclude che gli errori nella stima delle distanze possano essere tali da confondere una legge quadratica con una lineare, si deve ammettere che l'andamento del potenziale, almeno per piccoli valori di R, sia lineare.
Un andamento lineare per il potenziale può ricavarsi supponendo che la forza gravitazionale abbia un raggio d'azione finito R_m, cioè che diventi rapidamente decrescente per $R>R_m$. Ovvero supponendo che il campo gravitazionale k(R) prodotto da una massa M abbia l'andamento seguente:

$$k(R) = GM\ \frac{e^{-R/R_m}}{R^2} \tag{9}$$

Tale campo coincide con quello newtoniano per $R<<R_m$, ma tende rapidamente a zero per $R>R_m$, in accordo con l'ipotesi che il campo gravitazionale, come qualsiasi altro campo, abbia raggio d'azione finito.

Poniamo $M = \frac{4}{3}\pi\ DR^3$

(come detto prima calcoliamo il potenziale gravitazionale, ovvero il lavoro esercitato dal campo gravitazionale su una particella m di massa unitaria posta a distanza R da una origine, concentrando la massa M del volume sferico di raggio R nell'origine. Ciò è possibile solo se la forza che si esercita fra m ed M varia inversamente col quadrato delle distanze. Ciò accade per valori di $R<<R_m$,. valori per i quali la (7a) si riduce alla legge di Newton)

si ha: $k(R) = \frac{4}{3}\pi\ GD\,\mathrm{Re}^{-R/R_m}$

allora per la (5) ponendo $R_0=0$ si ha: $U(R) = -\frac{4}{3}\pi\ GD\int_0^R \mathrm{Re}^{-R/R_m}\ dR$

$$\int_0^R \mathrm{Re}^{-R/R_m}\ dR = -R\,R_m e^{-R/R_m} - R_m^2\ e^{-R/R_m} + R_m^2$$

Allora: $U(R) = \frac{4}{3}\pi\ GDR_m^2\left[\frac{R}{R_m}e^{-R/R_m} + e^{-R/R_m} - 1\right]$

La costante universale $\frac{4}{3}GDR_m^2$ ha le dimensioni di una velocità al quadrato.

L'unica costante universale con tali dimensioni è la velocità della luce. Poniamo allora:

$$\frac{4}{3}\pi\ GDR_m^2 = c_0^2$$

Segue: $$\boxed{U(R) = c_0^2\left[R\frac{e^{-R/R_m}}{R_m} + e^{-R/R_m} - 1\right]} \tag{10}$$

La precedente nel caso di R<<R_m diventa: $U(R) = c_0^2 \dfrac{R}{R_m}$

Nella precedente c_0 è la velocità della luce alla emissione dalla sorgente.

Dalla relazione di Einstein: $\dfrac{df}{f} = -\dfrac{dU}{c_0^2}$ segue: $\dfrac{df}{f} = -\dfrac{R}{R_m}$

che è la legge di Hubble con: $$\boxed{H = \frac{c_0}{R_m}} \tag{11}$$

E' da notare, per inciso, che combinando la precedente con la formula

$\dfrac{4}{3}\pi\, GDR_m^2 = c_0^2$ si ottiene la relazione: $D = \dfrac{3}{4\pi}\dfrac{H^2}{G}$

Utilizzando il valore di H dato prima, cioè H= 3.17• 10^{-18} sec^{-1}, si trova:

R_m=9.4 •10^{25} m. Per cui da $\pi\, GDR_m^2 = c_0^2$ si ricava, per la densità media:

D=3.6 •10^{-26} Kg/m^3. Le stime sperimentali del valore della densità media dell'universo sono molto divergenti, e vanno da un valore circa cento volte inferiore ad un valore prossimo al precedente.

5- MODIFICA DELL'ENERGIA CINETICA RELATIVISTICA

Secondo la teoria della relatività ristretta un corpo di massa a riposo m non può viaggiare alla velocità della luce perché la sua energia cinetica dovrebbe essere infinita.

Infatti secondo la relatività ristretta si ha:

$$E_c = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$$

Vogliamo viceversa mostrare come sia possibile ricavare una formula dell'energia cinetica, che, come la precedente, si riduce ad $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ nel caso classico e che conduce ad un valore finito dell'energia cinetica anche quando v=c. Precisamente in questo caso conduce a: E_c=mc^2

La relazione che dimostreremo è: $$\boxed{E_c = mc^2 - mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Tale relazione può essere giustificata come segue. Secondo il principio di ***minima azione*** per ogni sistema meccanico esiste un integrale S detto ***azione*** che è minimo per la traiettoria effettiva. Definiamo l'integrale d'azione per una particella libera. Tale integrale non deve dipendere dal sistema di riferimento, deve cioè essere invariante per trasformazioni di Lorentz. Deve pertanto essere l'integrale di uno scalare e deve contenere sotto il segno d'integrazione solo differenziali del primo ordine. Il solo scalare di questo tipo che si può formare per una particella materiale libera è l'intervallo ds (nel piano x,y,z,ct) oppure a·ds dove a è una costante. Allora:

$$S = -a\int_A^B ds$$

dove A,B sono due punti d'universo. Il segno meno è dovuto al fatto che l'integrale presenta un massimo quando è esteso alla retta d'universo che congiunge A,B. Pertanto $-\int_A^B ds$ presenta un minimo lungo tale retta. L'azione può esprimersi nella forma: $S = \int_{t_1}^{t_2} L\,dt$ dove la funzione L è detta Lagrangiana del sistema (per una particella libera coincide con l'energia cinetica del sistema). La relazione fra l'intervallo di tempo dt misurato da un orologio in moto e l'intervallo di tempo dt_0, misurato dallo stesso orologio in quiete rispetto all'osservatore è: $dt = \dfrac{dt_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$

L'intervallo ds è per definizione: $ds^2 = c^2dt^2 - dt^2$. Nel sistema S', solidale con l'orologio posto nell'origine, si ha: $ds'^2 = c^2dt_0^2$. Per l'invarianza di ds segue ds = ds' = c dt_0

Quindi: $ds = c\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}$ Segue: $S = -ac\int_{t_1}^{t_2}\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}\,dt$

La lagrangiana di una particella è allora: $L = -ac\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}$

Per trovare la costante a si impone che nel caso classico (v/c<<1) sia $L = \dfrac{1}{2}mv^2$.

Si ha allora : $L = -ac + \dfrac{1}{2}a\dfrac{v^2}{c}$ La precedente equivale a meno di una costante alla espressione classica se a=mc. Ne segue: $L = -mc^2\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}} + k$

La costante k si trova imponendo che sia L=0 per v=0. Si trova così $k = m c^2$. Sostituendo si trova la formula di partenza.

L'importanza della formula (1) consiste nel fatto che essa consente di attribuire una massa m alla luce, per la quale, ponendo v=c nella formula, risulta: $E_c = mc^2$.

L'energia di un'onda elettromagnetica è proporzionale alla sua frequenza secondo la costante di Planck h. Ovvero E=hf. Eguagliando le due si ha: $m = \dfrac{hf}{c^2}$

6- DEFLESSIONE DELLA LUCE.

Se anche ai fotoni si può associare una massa per essi sarà valida la formula di Ruthenford che fornisce l'angolo di deflessione di una particella di massa m da parte di un campo centrale di tipo $U = G\frac{M}{R}$. La formula è: $tg\left(\frac{x}{2}\right) = G\frac{M}{av_\infty^2}$

essendo x l'angolo fra l'asintoto di avvicinamento e quello di allontanamento, a è la distanza del primo asintoto dal centro del campo. Per piccoli angoli (tg(x/2)≈ x/2) e con riferimento ai fotoni (v_∞=c) si ha: $x = \frac{2GM}{ac^2}$

Si supponga di voler applicare la precedente per valutare la deflessione della luce stellare da parte del Sole. Se è vero che la velocità della luce decresce col tempo essa varrà c_0 per sorgenti prossime al sole, mentre avrà valori inferiori per sorgenti distanti dal sole e **perciò l'angolo X di deflessione dovrebbe essere maggiore per sorgenti lontane rispetto a sorgenti vicine.**

> Si ritiene che una misura dell'angolo di riflessione della luce stellare per sorgenti a diversa distanza potrebbe costituire una conferma della precedente formula, e quindi, indirettamente della variazione di c col tempo.

7- ANDAMENTO DI C CON LA DISTANZA

La (10) rappresenta l'energia potenziale ad unità di massa. Tale formula indica che all'aumentare della distanza l'energia potenziale aumenta. Attribuendo anche al fotone una massa m la sua energia potenziale, a distanza R dalla sorgente risulta:

$$E_p = mc_0^2\left[R\frac{e^{-R/R_m}}{R_m} + e^{-R/R_m} - 1\right]$$

L'aumento di energia potenziale si rifletterà in una diminuzione di energia cinetica.

Si ha allora: $mc^2 - mc_0^2 = mc_0^2\left[R\frac{e^{-R/R_m}}{R_m} + e^{-R/R_m} - 1\right]$

Ovvero
$$c^2 - c_0^2 = c_0^2\left[R\frac{e^{-R/R_m}}{R_m} + e^{-R/R_m} - 1\right]$$

$$\boxed{c = c_0\left[R\frac{e^{-R/R_m}}{R_m} + e^{-R/R_m}\right]^{1/2}}$$

La precedente fornisce l'andamento di c con la distanza dalla sorgente. Si noti che per R=0 si ha $c=c_0$. Mentre per $R=R_m$ si ha

$$c_m = c_0\sqrt{\frac{2}{e}} = 0.86c_0$$

8- PROPRIETA' DELLA FUNZIONE POTENZIALE

La funzione potenziale (9) presenta notevoli proprietà. Se ci si serve di tale funzione per determinare la dinamica di una nube di gas ci si accorge che al contrario della corrispondente relazione di Newton essa consente una soluzione stazionaria che si ottiene con $R=R_m$. La legge di Newton porta alla relazione:

$$\ddot{R} = -\frac{dU}{dR} = \frac{4}{3}\pi\, GD(t)R$$

Essendo $D(t)=D_0/R^3$ (D_0=densità all'istante t_0 tale che $R(t_0)=1$) si ha:

$$\ddot{R} = -\frac{4}{3}\pi\, G\frac{D_0}{R^2}$$

Dalla precedente si vede che $\ddot{R}$ (accelerazione) è sempre diversa da zero per ogni valore finito di R, per cui la nube è destinata a dilatarsi od a contrarsi indefinitamente. Viceversa lo stesso calcolo, eseguito con la (7) conduce a:

$$\ddot{R} = k = -\frac{4}{3}\pi\, GD_0\,\frac{e^{-R/R_m}}{R^2} \qquad (12)$$

Segue che $\ddot{R}$ tende rapidamente a zero per $R>R_m$.

Perciò R_m rappresenta il raggio di stabilità di una grande nube sferica alla quale può essere assimilato l'universo.

Con tale interpretazione allora la massa M dell'universo risulta: $M = \frac{4}{3}\pi\; D\, R_m^3$

9- RADIAZIONE COSMICA DI FONDO

Secondo l'interpretazione precedente l'universo può assimilarsi ad un gas rarefatto di volume $V = \frac{4}{3}\pi\, R_m^3$ stazionario e perciò immutabile nel tempo. Per esso è quindi definibile una temperatura assoluta T. La radiazione in esso contenuta è in equilibrio termodinamico con esso, e quindi sarà una radiazione di corpo nero avente una temperatura T. Il fatto che la temperatura della radiazione di fondo sia T=2,7 °K indica che questo valore corrisponde alla temperatura dell'universo considerato come gas ideale.

10- COSTANTI FISICHE ED UNITÀ DI MISURA

Il fatto che c possa dipendere dal tempo induce ad esplorare l' ipotesi che altre "costanti universali" possano variare nel tempo. Si ritiene che il criterio per individuarle possa basarsi sull'analisi delle loro unità di misura. Si noti infatti che in un sistema che assuma FORZE, LUNGHEZZE e TEMPI come grandezze fisiche fondamentali è possibile esprimere tutte le leggi fisiche. Allora un criterio assolutamente naturale potrebbe essere:

Se una costante universale K, espressa nel sistema F,L,T (Forza, Lunghezza, Tempo) non dipende dal tempo, allora essa è INVARIANTE. Viceversa se essa dipende dal tempo secondo una legge del tipo:

$$\mathbf{K=\alpha\, T^{R}}$$

dove R è un numero razionale, ed **α non dipende dal tempo** (dipende da L, da F oppure è adimensionale), allora **K è variabile nel tempo secondo la legge precedente**.

Ad esempio la costante c ha dimensioni $[c]=L \bullet T^{-1}$.Perciò per c è ipotizzabile una variazione nel tempo secondo l'andamento T^{-1}. Oppure la costante di Planck $\hbar$, avendo le dimensioni FLT, dovrebbe aumentare linearmente nel tempo. Come terzo esempio, per la costante di gravitazione G, si ha:

$$[G] = \frac{1}{F}\frac{R^4}{T^4}$$

Allora è ipotizzabile che G vari nel tempo secondo l'andamento T^{-4}. La costante universale G è proporzionale ad una velocità elevata alla quarta potenza. L'unica costante universale con dimensioni fisiche *velocità* è c. Perciò è ipotizzabile:

$$\left(\frac{dG}{G}\right)_{\sec} = 4 \bullet \left(\frac{dc}{c}\right)_{\sec} = -4H = -1.3 \bullet 10^{-17}$$

La variazione della costante di gravitazione G, non significa tuttavia che in un sistema chiuso variino le distanze medie fra i componenti del sistema, legate all'energia potenziale del sistema stesso. Infatti l'energia di un sistema chiuso, avendo dimensioni $F \bullet L$, si mantiene costante. Per la massa elettronica si trova $Gm^2=F\ R^2=$ costante.

$$\frac{dm}{m} = -\frac{1}{2}\frac{dG}{G} = 2\,H$$

La massa elettronica dovrebbe allora aumentare nel tempo.

Tenendo presente che $K_e/ K_m= c^2$, essendo K_m la costante magnetica della legge di Ampere che fornisce le forze fra correnti, e che la dipendenza da c^2 si può attribuire a K_m risulta: $K_e\ e^2$=costante.

$$\frac{de}{e} = 0$$

La carica elettronica è allora costante nel tempo. Infine la famosa costante di struttura fine

$$\alpha = K_e \frac{e^2}{\hbar c}$$

essendo adimensionale, rimane costante nel tempo

11- CONSEGUENZE DELL'IPOTESI CHE LE COSTANTI FISICHE FONDAMENTALI SIANO DIPEDENTI DAL TEMPO

Il fatto che tre sole grandezze fisiche (Forze, Lunghezze, Tempi) siano sufficienti per esprimere tutte le leggi fisiche, assieme all'ipotesi che le tre "costanti" G, c, $\hbar$, siano dipendenti dal tempo, implica che tutte le altre costanti fisiche universali debbono essere esprimibili in funzione delle precedenti.

Infatti si può scegliere un nuovo sistema di misura (che diciamo assoluto) in cui le tre costanti abbiano valore unitario ***per definizione***.
E' facile ad esempio mostrare che nel sistema Forze, Lunghezze, Tempi, con unità di misura:

1 Nwa=$\frac{c^4}{G}$ Newton; 1 ma=$\sqrt{\frac{\hbar G}{c}}$ metri; 1seca=$\sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}}$ secondi;

le tre costanti G,c,$\hbar$, risultano unitarie.
Il fatto precedente equivale ad utilizzare tali costanti per TARARE gli strumenti di misura. Ovvero le unità di misura dipenderanno dalle costanti fondamentali, e se queste variano, anche le unità di misura variano.
Qualsiasi altra costante fisica non potrà avere valore unitario, ed avrà perciò un valore che è funzione delle unità di misura scelto. E poiché queste ultime dipendono dalle costanti fondamentali, qualsiasi altra costante fisica dipenderà dalle costanti fondamentali.

CONCLUSIONI

Il lavoro precedente è basato sull'assunto che la velocità dei fotoni diminuisca man mano che essi si allontanano dalla sorgente. Occorre dunque spiegare il motivo di tale diminuzione. L'autore suppone che la dualità onda particella sia perfetta. Ovvero che è lecito non solo considerare le particelle come onde di lunghezza opportuna, ma anche che sia lecito considerare i fotoni alla stregua di particelle, dotandole perciò di massa. Se ciò è vero al fotone andrebbe associata la massa:

$$m = \frac{hf}{c^2}$$

[$E=mc^2$; $E=hf$] Quando il fotone si trova a distanza R dalla sorgente S esso è attratto dalla massa contenuta nella sfera di raggio R, centro S e densità D (densità media dell'universo). Basandosi su questa ipotesi è possibile ricavare la legge con cui c varia nel tempo. Tuttavia il lavoro presuppone che non soltanto la velocità della luce diminuisca man mano che i fotoni si allontanano dalla sorgente, ma che la stessa velocità della luce EMESSA diminuisca col tempo. Infatti supponiamo che un fotone emesso da una stella ad un istante t_1 raggiunga la Terra in un istante $t_2>>t_1$, allorché la sua frequenza sia divenuta f_2. Confrontando la velocità di tale fotone con la velocità di un altro fotone di frequenza f_2, emesso all'istante t_2, se la velocità della luce emessa non diminuisse nel tempo sarebbe possibile distinguere due fotoni che hanno la stessa frequenza. Ciò è chiaramente impossibile obbedendo i fotoni alla statistica di Bose che si applica alle particelle indistinguibili.

References:

[1] J.Magueijo, Rep.Prog.Phys. 66,2025 (2003)
[2] Yves Henri Sanejouand: “A simple varying-speed of light hypothesis is enough for explaining high redshift supernovae data”, arXiv:astro-ph/0509582v1 20 Sep-2005
[3] John D.Anderson “Indication from Pioneer 10/11,Galileo,and Ulysses Data,of an Apparent Anomalous,Weak,Long Range Acceleration”, arXiv:gr-qc/9808081 v2 1 Oct 1998
[4] Antonio Alfonso Faus,Physics Essays,Vol 12,N4,December 2000
[5]S.Weinberg, Gravitation and Cosmology, John Wiley and Sons, New York, (1972)
[6]J.Barrow,”Cosmologies with Varying Light-Speed”, arXiv:astro-ph/9811022 v1 2 Nov 1998
[7] J.P. Uzan,”The fundamental constants and their variation:observational status and theoretical motivations”, arXiv:hep-ph/0205340v1 30 May 2002