L'UNIVERSO PUO NON ESPANDERSI

Giuseppe ANTONI

Come é noto, nell'esame degli spettri delle nebulose si può notare uno spostamento delle loro righe verso il rosso, che viene collegato coll'effetto Doppler, del che si deduce un loro allontanamento da noi.

Sorvolando su altre interpretazioni che vengono date di questo spostamento delle righe spettrali, passiamo a proporne la possibilità di una nuova.

Come è noto, nella Relatività Ristretta alla luce viene attribuita, nel vuoto dei riferimenti inerziali, una velocità la cui misura viene indicata, di solito, con c e può essere arrotondata in 300.000 km/sec, mentre le è attribuita una misura c/n nella materia di indice di refrazione n.

La luce che si propaga con queste velocità nei riferimenti inerziali può propagarsi con velocità diversi in quelli non inerziali, come è provato, tra le altre, dalle esperienze di Sagnac, di Harres, di Michelson-Gale, e, più recentemente, anche da quelle di Marinov e di Silvertooth. Questi due ultimi autori spiegano i risultati che hanno ottenuto col fatto che la Terra sarebbe in moto anche la luce. Il risultato delle loro esperienze può essere spiegato, però, anche ammettendo che è connesso col fatto che la Terra è soggetta a moti non inerziali (vedere: G. Antoni, *La velocità della luce - Bradioni, Luxoni, Tachioni*, Ed. Andromeda, Bologna).

La propagazione della luce con una velocità la cui misura sia diversa da c nei riferimenti non inerziali, non è in contrasto con la sua propagazione con c in quelli inerziali, perché siamo in presenza di due condizioni diverse.

Va osservato, però, che anche i riferimenti che siano sede di campi gravitazionali non sono inerziali, per la qual cosa la luce deve propagarsi in essi con velocità le cui misure siano diverse da c, o da c/n.

Per rendercene conto basta tener presente la nota relazione:

(1) $W = m\ c^2$,

in cui W indica la misura dell'energia ed m quella della massa. Per questa relazione, la luce, essendo energia, possiede anche una massa, e, anzi, si può precisare che, per il fatto che viene deviata dal Sole, quando lo rasenta, possiede una massa gravitazionale, la quale, come è noto, è uguale a quella inerte.

Stando così le cose, alla massa di un corpo materiale ed a quella di un fotone può essere applicata la nota legge della gravitazione universale di Newton, espressa dalla seguente formula:

(2) $F = -G\ M\ m\ /\ d^2$,

THEORIA - Segunda Epoca - Vol IX
1994, Nº 20, 191-195

essendo F la misura della forza attrattiva, M ed m la misure delle due masse che si attaggono, d la misura della loro distanza e G la costante della gravitazione universale.

Stando così le cose, un fotone, la cui massa abbia per misura m, il quale si allontani dalla massa del corpo che lo emette avente la misura M, subirà un'attrazione da parte dello stesso in conformità della (2). Per la qual cosa subirà anche un'accelerazione per la cui misura $g=F/m$, tenendo sempre presente la (2), si avrà:

(3) $g = F / m = -G\ M\ m / d^2$,

se d è la misura della distanza dalla sorgente a cui è giunto il fotone nel suo moto di allontanamento.

Il nostro fotone, che per correrebbe questa distanza con la velocità avente la misura c nel vuoto di un riferimento inerziale, la percorrerà con una velocità avente una misura diversa, nel vuoto di un campo gravitazionale, ed occorrerà determinare la misura c_t di questa sua velocità al tempo t dalla sua emissione.

Prima di passare a fare questa determinazione, facciamo osservare che un fotone, la cui massa e la cui frequenza abbiano le misure m ed f in un riferimento inerziale in cui si propaghi, nel vuoto, con una velocità la cui misura sia c, possiede una energia la cui misura W è data dalla relazione:

(4) $W = m\ cd^2 = h\ f$,

ed una quantità di moto per la cui misura Q si ha:

(5) $Q = m\ c = h\ f / c$.

Le cose vanno un po' diversamente se un fotone si muove in un riferimento non inerziale, in cui la sua velocità non abbia più la misura c, ma la misura diversa c_t al tempo t.

Incominciamo col ricordare che per la misura W_t dell'energia totale di una particella materiale in moto con una velocità avente la misura u, se indichiamo con m' la misura della sua massa di quiete e con m quella della sua massa di moto, vale la seguente relazione:

(6) $W_t = c\ \sqrt{(Q^2 + m'^2 c^2)} = c\ \sqrt{(m^2u^2 + m'^2 c^2)}$

La stessa relazione può valere anche per un fotone in moto in un campo gravitazionale, nel quale, all'istante t, gli spetti una velocità avente la misura c_t. Basterà sostituirvi c_t ad u e bisognerà porvi $m'=0$ perché il fotone non esiste in quiete, di modo che si avra:

(7) $W_t\ = m\ c\ c_t$.

Se il fotone si muovesse nel vuoto di un riferimento inerziale, in cui la misura della sua energia sea W, la (6), per esso, a cui spetterebbe una velocità avente la misura c, diventerebbe:

(8) $W = c \sqrt{(m^2c^2)} = m c^2$.

Il fotone in moto con velocità c possiede, come è noto, la frequenza f data dalla relazione:

(9) $f = W / h = m c^2 / h$.

Quello in moto con velocità c_t, per la (7), possederà, invece, una frequenza:

(10) $f_t = W_t / h = m c c_t / h$

Dividendo membro a membro queste due relazioni, si ottiene:

(11) $f_t / f^0 = c_t / c$,

da cui si ricava:

(12) $f_t = f^0 c_t / c$.

La frequenza del fotone emesso varierà, quindi, al variare di c_t, la quale, quindi, deve essere determinata, se si vuole determinare tale frequenza al tempo t.

Un fotone, per la cui massa si abbia:

(13) $m = hf / c^2$,

il quale si muoverebbe, nel vuoto, lungo la direzione di un raggio della massa, suppota sferica, che stiamo considerando, con una velocità che, se non esistesse il campo, avrebbe la misura c, per l'esistenza del campo, subirà un attrazione. Per la qual cosa, mentre si allontana dalla sorgente con la velocità avente la misura c, precipita verso la stessa con una velocità avente la misura

(14) $V_t = gt$,

di modo che si allontanerebbe dalla sorgente con una velocità avente la misura:

(15) $c_t = c - gt$,

se l'accelererazione a cui è soggetto fosse costante.

Va, però, osservato che il fotone, nell'allontanarsi dalla sua sorgente, sarà soggeto ad una accelerazione continuamente decrescente al crescere della distanza, per la qual cosa la sua velocità non può essere data dalla (15), ma da una legge diversa che cercheremo de esprimere con la migliore approssimazione che potremo.

Supponiamo, per questo, di dividere la distanza l che separa la Terra da una nebulosa in un grandissimo numero n di parti tutte uguali tra loro, ciascuna delle quali abbia la misura s, la quale misura non sia tanto grande, in modo che lungo ciascuna di esse la forza attrattiva, e quindi, anche l'accelerazione di gravità, possano essere considerate costanti. Sebbene le misure di queste parti siano tutte uguali tra loro, noi le indicheremo con s, s_1, s_2, ..., s_n, in modo che risulti agevole stabilire quale tratto del percorso si stia considerando in un certo istante. Porremo, dunque: $s = s_1 = s_2 = ... = s_n$.

Il primo tratto avente la misura s_1 del percorso che stiamo considerando, in assenza di campo gravitazionale sarebbe effettuato dal fotone, nel vuoto, con la sua velocità avente la misura c, in un tempo avente la misura $t_1 = s_1/c$. Mentre, però, il fotone si allontana con questa velocità dalla sua sorgente, per la (3) le si avvicinerà con una velocità dalla sua sorgente, per la (3) le si avvicinerà con una velocità, di cui indicheremo la misura con v_1, data dalla seguente relazione:

(16) $v_1 = g_1 \, t_1$,

di modo che la misura c_1 della sua effetiva velocità di allontanamento sarà:

(17) $c_1 = c - g_1 \, t_1$.

Se teniamo presente che il fotone percorrerebbe $s = s_1$ con c, impiegando un tempo per la cui misura t_1 si abbia:

(18) $t_1 = s_1 / c$,

la formula precedente diventa:

(19) $c_1 = c - g_1 \, s_1 / c$.

Per simplificare i calcoli ammetteremo che la luce percorra con la velocità c_1, e con la velocità c_2, c_3, ..., che verremo successivamente trovando, sempre tratti uguali. In realtà, però, siccome percorre questo primo tratto con la velocità avente misura c_1 minore di c, la sua lunghezza avrà una misura minore di s, e qualcosa di analogo avverrà per ciascuno dei tratti successivi. Per quello che intendiamo mostrare riteniamo, però che l'approssimazione che facciamo possa essere ammessa, in quanto che semplifica molto i calcoli e non comporta incertezze che risultino superiori alle altre incertezze che intervengono nel problema di cui ci stiamo occupando. Accettato questo, potremo ammettere che il secondo tratto s_2 sarà percorso con una velocità per la cui misura si avrà:

(19,a) $c_2 = c_1 - g_2 \, s_2 / c_1 = c - g_1 \, s_1 / c - g_2 \, s_2 / c_1$,

per ilterzo tratto si avrà:

(19,b) $c_3 = c - g_1 \, s_1 / c = c - g_2 \, s_2 / c_1 - g_3 \, s_3 / c_2$,

....

mentre per l'ennesimo si avrà:

(19,c) $c_n = c - g_1 \, s_1 / c = c - g_2 \, s_2 / c_1 - g_n \, s_n / c_{n-1}$, Va tenuto presente che se, per ogni tratto di percorso, prendiamo in considerazione la misura dell'accelerazione che vale al suo inizio, per la (3) si ottiene:

$$g_1=GM/r^2,\ g_2=GM/(r+s)^2,\ g_3=GM/(r+2s)^2, \ldots\ldots,\ g_n=GM/[r+(n-1)s]^2$$

e la precedente relazione diventa:

$$(19',c)\quad c_n=c-GMs\{1/cr^2+1/c_1(r+s)^2+\ \ldots\ldots\ +1/c_{n-1}[r+(n-1)s]^2\}.$$

Questa c_n, la quale sarebbe la c_t della formula (12), ci dice due cose:

1) per la presenza di un campo gravitazionale, la misura della velocità di allontanamento dalla sua sorgente di un fotone è minore di c. Di modo che, per la (12) può risultarne una variazione della sua frequenza senza che sia necessario ammettere un effetto Doppler collegato con la velocità di fuga della sua sorgente;

2) la velocità di un fotone diminuisce al crescere della sua distanza dalla sua sorgente, di modo che, al crescere di questa distanza, sempre per la (12), diminuisce anche la sua frequenza, il che va d'accordo con i resultati sperimentali, che danno frequenze tanto più basse quanto più lontana è la sorgente presa in esame.

Occorrerebbe fare i calcoli per vedere sa tenendo conto della (19',c), la (12) possa fornire risultati conformi alle osservazioni astronomiche. Ad ogni modo, tenendo presenti queste due formule, risulta una possibilità di interpretazione del fenomeno che stiamo considerando.

Eddington fa osservare che per cinque nebulose l'esperienza non dà alcuna velocità di allontanamento.

Stando al nostro punto di vista, il comportamento di queste nebulose può essere spiegato agevolmente ammettendo che siano in moto con una velocità la quale abbia una opportuna componente di avvicinamento alla Terra, per la qual cosa verrebbe compensato lo spostamento verso il rosso collegabile con il loro campo gravitazionale.

Va tenuto presente che possono intervenire numerosi fattori a rendere complicato il problema. Non è facile, infatti, stabilire le distanze delle nebulose, le loro dimensioni, l'accelerazione di gravita alla loro superficie, che, per semplicità, potrebbe essere considerata sferica, né va dimenticato che le radiazioni esaminate non vengono emesse dalle nebulose considerate complessivamente, ma da ciascuno dei singoli milioni di astri che le costituiscono, le cui masse possono essere fra loro molto diverse.