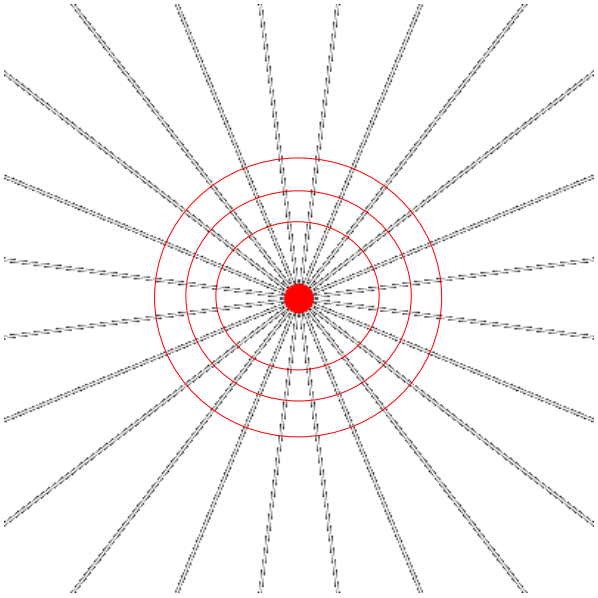
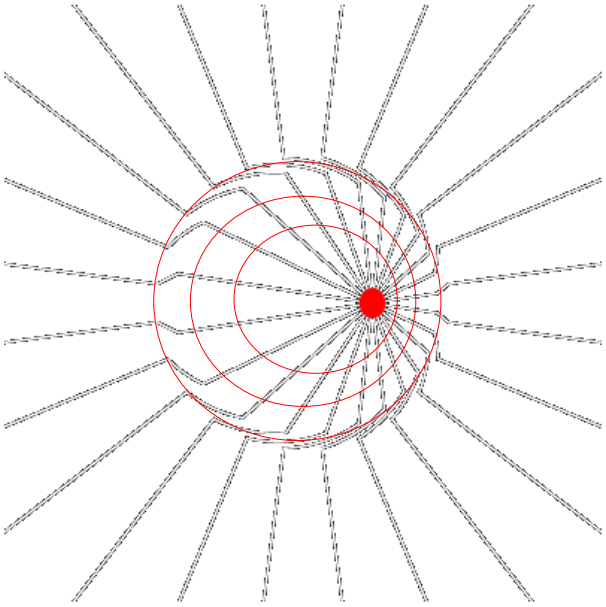
La Relatività sbagliata

(LE IPOTESI INUTILI)

C.G. 01/05/2022





Dal sito dell'INFN [1]

INDICE

Premessa

1. La deformazione reale dello spazio-tempo
2. Calcolo della velocità reale tramite l'aberrazione della luce
3. L'intervallo invariante e lo spazio-tempo di Minkowski
4. Il Sistema a riposo e le grandezze invarianti
5. Il 2° postulato nella metrica di Schwarzschild
6. Una metrica senza il 2° postulato della RS
7. La curvatura della luce

Conclusioni

Riferimenti

Premessa

Se ci troviamo su un treno o su una nave e ci muoviamo da un punto all'altro possiamo definire la nostra posizione e velocità rispetto al treno o alla nave. Tali mezzi costituiscono i nostri *sistemi di riferimento.*

Se poi non avvertiamo alcuna forza che ci fa muovere rispetto a questi sistemi, possiamo ritenere che tali sistemi viaggino a velocità costante. Questi vengono allora chiamati *sistema di riferimento inerziale.*

Le leggi della meccanica che descrivono il moto dei corpi conservano la stessa forma qualunque sia la velocità del sistema. Tali leggi rimangono valide in tutti i sistemi inerziali, cioè variano con essi e sono dette *leggi covarianti*.

Le *Trasformazioni di Galileo* sono delle formule che ci permettono di calcolare, nota la posizione e la velocità di un corpo in un sistema, la posizione e velocità rispetto ad altri sistemi inerziali. Mediante tali trasformazioni le leggi della meccanica risultano applicabili (covarianti) in tutti i sistemi inerziali.

La velocita della luce (cioè del campo elettromagnetico) è una costante (*invariante)* in quanto dipende da due proprietà costanti del vuoto e non varia con i sistemi di riferimento.

Le *Trasformazioni di Lorentz* contengono l'ipotesi del 2° postulato della Relatività Speciale (RS) e vengono considerate estensioni delle *Trasformazioni di Galileo* in quanto pretendono di rendere applicabili (covarianti) in tutti i sistemi inerziali, oltre alle leggi della meccanica, anche le leggi dell'elettromagnetismo.

La Relatività Speciale (RS) utilizzando le Trasformazioni di Lorentz e con le 2 ipotesi:
1) *le leggi fisiche sono le stesse (applicabili - covarianti) in tutti i sistemi inerziali*;
2) *la velocità della luce nel vuoto ha sempre lo stesso valore in tutti i sistemi inerziali.*
considera tutte le leggi fisiche covarianti per i sistemi inerziali.

La Teoria della Relatività Generale (TRG), altresì, ipotizzando l'equivalenza *massa inerziale = massa gravitazionale* considera un sistema accelerato equivalente ad un sistema soggetto a gravità. Essa ipotizza, in pratica, che non sia possibile distinguere un sistema accelerato da un sistema soggetto a gravità, ossia che in un sistema in caduta libera si non possa percepire il moto accelerato.

In sostanza le due teorie, con le loro rispettive ipotesi, considerano i suddetti sistemi (con i loro moti) indistinguibili e ricavano delle leggi fisiche covarianti, cioè valide sia per i sistemi inerziali che per i sistemi accelerati. Tale covarianza (applicabilità) delle leggi, tuttavia, per i motivi che verranno esposti a parere dello scrivente, contrasta con l'invarianza della velocità della luce.

In questo articolo si impiega la proprietà (mostrata da De Sitter) dell'indipendenza della velocità della luce dalla velocità della sorgente e il fenomeno dell'aberrazione della luce per determinare la velocità "reale" di un sistema senza utilizzare dei sistemi di riferimento.
A riguardo le due figure riportate in copertina mostrano due campi: *sopra* il campo elettrico di una carica puntiforme "ferma" rappresentato da linee di forza aventi simmetria radiale; *sotto* il campo elettrico di una carica in "moto" a velocità costante rappresentato da linee di forza aventi simmetria non radiali (aberrate). La asimmetria del campo rivela il moto del

sistema in quanto la velocità del campo (cioè della luce) non dipende dal moto del sistema-carica.

Con tale articolo si confutano, in sostanza, i due postulati della TRS per definire: il *sistema a riposo,* la *distanza invariante,* il *triangolo delle velocità,* in modo reale ossia non dipendenti dai sistemi di riferimento. Viene mostrato, inoltre, che la metrica di Schwarzschild (ricavata dall'*intervallo invariante* della RS*)* non è idonea a descrivere lo spazio-tempo in cui è presente la gravità.

Interpretare questi fenomeni da un punto di vista non relativistico può risultare difficile poiché si tende a ricadere, inconsapevolmente, su percorsi mentali noti. Si tende, cioè, a interpretare e ad affrontare il problema con la solita procedura. La RS è verificata da tanti fenomeni fisici ed esperimenti per cui quasi tutti i fisici, accettano ormai i due postulati della RS e non si sforzano più di trovare un'interpretazione reale (univoca) e non relativistica dei fenomeni. Sebbene diversi fisici hanno dimostrato che è possibile spiegare questi fenomeni con ipotesi diverse, si continua ad utilizzare la teoria relativistica che ha prodotti tanti paradossi. Ritengo necessario, a mio parere, avere una mente meno condizionata, più aperta a una interpretazione oggettiva di questi fenomeni.

Dalle figure di copertina si osserva, altresì, che se la sorgente è ferma oltre ad una aberrazione nulla si ha un effetto Doppler nullo. Cioè l'aberrazione e l'effetto Doppler sono aspetti diversi dello stesso fenomeno. Angolo di aberrazione e frequenza Doppler, infatti, vengono calcolati entrambi mediante la velocità della luce e della sorgente. In merito si richiamano gli articoli Critiche alla Relatività Speciale e Spazio e tempo assoluti in cui sono analizzati (e messi in relazione con i 2 postulati della RS) i fenomeni fisici dove la luce compie percorsi di solo andata come l'aberrazione e l'effetto Doppler.

1. La deformazione reale dello spazio-tempo

Molti sanno che, secondo la Teoria della Relatività, il tempo e lo spazio di un sistema si deformano con la velocità. Pochi sanno che, secondo tale teoria, le deformazioni non sono univoche ma relative in quanto dipendono dal moto degli osservatori. Ancor meno persone sono a conoscenza che tale relatività deriva dall'ipotesi secondo cui è possibile misurare solo delle velocità relative dei sistemi (rispetto ad altri sistemi). Tale ipotesi nasce con la "convenzione" di Poincarè (nel suo saggio di Palermo del 1906) ossia con "*il postulato della relatività*", anche se questi riteneva che tale convenzione potesse essere confutata. Anche Einstein, in seguito, presentava per la sua Teoria della Relatività una definizione di simultaneità relativa degli eventi come una "convenzione" di comodo e non come un concetto reale.

Secondo la TRS se si considerano due osservatori S_1 e S_2 in moto con velocità v_1 e v_2 rispetto al sistema S_0: a) per l'osservatore S_1 il sistema S_0 ha una velocità $-v_1$ e una deformazione

dello spazio-tempo di coefficiente $\gamma_1 = (1-v_1^2/c^2)$; b) per l'osservatore S2 il sistema S0 ha una velocità $-v_2$ e una deformazione $\gamma_2 = (1-v_2^2/c^2)$. Per la TRS, in sostanza, lo spazio e il tempo di un sistema (S0) viene percepito da osservatori diversi in modi diversi. Per tale motivo lo spazio-tempo definito dalla relatività non può che considerarsi fittizio, artificioso. Ritengo necessario, allora, definire delle deformazioni univoche (reali) dello spazio e del tempo, e non relative o fittizie, così da poter dare un significato reale ai fenomeni fisici. Ciò è possibile se si individua un sistema di riferimento unico per tutti i sistemi, la cui esistenza verrebbe a invalidare tale Teoria.

Proviamo, quindi, a descrivere il sistema in moto come un fenomeno naturale come il volo dei pipistrelli. Questi mammiferi sono in grado muoversi nel buio emettendo suoni di breve durata (da 2 a 80 millisecondi) e di alta frequenza(da 10 a 100 kHz). Analizzando continuamente l'eco, ossia misurando il tempo impiegato dal suono a percorrere le distanze degli ostacoli in "andata e ritorno", riescono a calcolare tali distanze e a ricostruire l'ambiente che li circonda. Un fenomeno analogo si ha quando ci si muove al buio con l'aiuto di una torcia: per poter osservare gli oggetti la luce della torcia arriva prima ad essi per poi ritornare fino ai nostri occhi.

Consideriamo, adesso, un sistema costituito da tante particelle in moto solidale poste nello spazio alla stessa distanza l'una dall'altra e che impieghino come segnale la luce.

Considerata la velocità della luce isotropa (uguale in tutte le direzioni) e indipendente dalla velocità della particella-sorgente (come mostrato da De Sitter) si rileva che: a tempi di percorrenza di andata e ritorno della luce uguali, lungo direzioni diverse, corrispondono distanze percorse diverse, cioè si verifica una deformazione spaziale. In particolare si ha (come vedremo) una dilatazione (aumento) del tempo e una contrazione (diminuzione) della distanza tra le particelle lungo la direzione del moto.

<u>Aumento del tempo</u>: consideriamo due particelle affiancate distanti e in moto con velocità v. La luce che parte da una particella per colpire l'altra posta al suo lato deve compiere un percorso *d'* maggiore di *d* per compensare l'avanzamento vt' di quest'ultima. Per il teorema di Pitagora si ha: $d' = c^2t'^2 = d^2 + v^2t'^2$ poiché $d = ct$ $\rightarrow$ $c^2t'^2 = c^2t^2 + v^2t'^2$ $\rightarrow$ $c^2t'^2 - v^2t'^2 = c^2t^2$ e dividendo per c^2 si ottiene il tempo t' al variare della velocità v:

$$\mathbf{t' = t/(1-v^2/c^2)^{1/2} = t*\gamma}.$$

Considerando anche il tempo di ritorno il tempo di percorrenza totale è 2*t'.

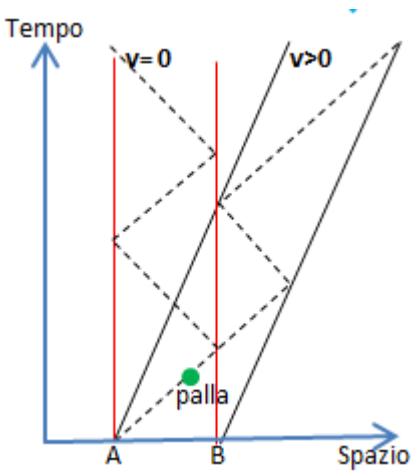


Figura 1

<u>Diminuzione della distanza</u>: Consideriamo, adesso, due particelle una dietro l'altra in moto con velocità v e consideriamo il tempo impiegato dalla luce (per percorrere la distanza *d'* tra le particelle) ancora 2t'. Considerando che la velocità della luce in una direzione si somma a quella della particella c+v mentre nell'altra si sottrae c-v, posto $2*t' = t_1+t_2$ si ha: $t_1 = d'/(c-v)$ e $t_2 = d'/(c+v)$ $\rightarrow$ $t_1+t_2 = 2*t*\gamma = d'*2c/(c^2-v^2)$ $\rightarrow$ $c*t*\gamma = d'*c^2/(c^2-v^2)$ $\rightarrow$ $d*\gamma = d'*\gamma^2$ da cui

$$d' = d/\gamma.$$

Le suddette deformazioni dello spazio e del tempo risultano uguali a quelle relativistiche ma reali poiché riferite alla luce.

Nella figura 1: In rosso sono indicate le posizioni delle particelle ferme A e B allo scorrere del tempo; in nero le posizioni e delle particelle A e B in moto con velocità v*; in tratteggio i percorsi della luce. Si nota in figura che con le particelle ferme la luce compie 4 tratte mentre con le particelle in moto ne compie 3.*

Osservazioni

L'esempio riportato corrisponde all'esperimento dell'interferometro di Michelson e Morley dato che, anche in questo esperimento, i raggi di luce compiono percorsi di *andata e ritorno*. Con tali percorsi, a causa della suddetta deformazione dello spazio e del tempo, la **velocità della luce risulta isotropa** per qualsiasi velocità v del sistema.

Nell'esperimento la velocità v si ritiene nota in quanto, come vedremo, può essere calcolata tramite l'aberrazione della luce. La particella, come già detto, può ritenersi ferma se l'aberrazione della luce che essa emette è nulla (*vedi figura superiore in copertina*). In tal caso la luce stessa viene a costituire il sistema di riferimento assoluto dove la velocità della luce risulta isotropa (uguale in ogni direzione). Inoltre, per quanto mostrato da De Sitter, la velocità della luce viene considerata indipendente dalla velocità della particella-sorgente.

La deformazione del tempo e dello spazio è uguale a quella relativistica, nonostante essa venga ricavata sommando e sottraendo la velocità v del sistema con la velocità *c* della luce e non con la composizione relativistica delle velocità. Per cui la velocità della luce per l'osservatore in moto non può essere isotropa.

Tale interpretazione non utilizza alcuna ipotesi e offre una spiegazione semplice e reale. La TRS, invece, per poter interpretare tali esperimenti deve introdurre l'ipotesi del 2° postulato che non può essere dimostrata e che crea tanti paradossi. Per tale motivo la Teoria della Relatività deve (a mio avviso) ritenersi errata.

Ricordando il principio della parsimonia o di Occam, secondo cui un modello di rappresentazione più semplice e coerente con la realtà è da preferire ad un modello più complesso, la suddetta interpretazione reale dello spazio tempo è sicuramente da preferire all'interpretazione della RS. Ancora secondo S. Hawking: "*E' meglio utilizzare il principio conosciuto come rasoio di Occam ed eliminare tutte quelle caratteristiche di una teoria che non possono essere osservate*" .

2. Calcolo della velocità reale tramite l'aberrazione della luce.

Si è visto come ricavare, nota la velocità reale di un sistema, le sue deformazioni dello spazio e del tempo, senza le ipotesi della relatività. Si vuole, adesso, trovare la velocità reale del sistema utilizzando il fenomeno dell'aberrazione dove la luce compie percorsi unidirezionali.

Ricordiamo che l'aberrazione della luce venne scoperta dall'astronomo Bradley studiando la luce proveniente da una stella. Egli si accorse che al variare della velocità v della Terra attorno al Sole per osservare tale stella doveva variare l'inclinazione del telescopio [2]**.** Ciò in quanto la velocità della luce viene a comporsi vettorialmente con la velocità della Terra.

Ricordiamo, ancora, che **la velocità (di propagazione) della luce è indipendente dal moto della sorgente emittente**, come ha mostrato De Sitter [3] esaminando la luce proveniente da due stelle una in allontanamento ed una in avvicinamento dal punto di osservazione. Tenendo conto di tale proprietà il **campo elettromagnetico** (come il campo gravitazionale) **ha simmetria sferica solo se la sorgente** (solidale col sistema) **è realmente ferma**. Ossia il movimento rompe la simmetria del campo producendo l'aberrazione luminosa/gravitazionale. In copertina è raffigurato (immagine tratta dal sito dell'INFN) il campo elettrico di una carica ferma con simmetria radiale e il campo elettrico non simmetrico (cioè con aberrazione) a causa del moto della carica.

Tale fenomeno dimostra che, tra tutti i sistemi inerziali (con moto rettilineo uniforme), solo il sistema fermo ha un campo con simmetria radiale. **Contrariamente alle ipotesi della RS, pertanto, esiste ed è possibile definire un sistema di riferimento privilegiato** che è unico per le onde luminose e per le onde gravitazionali**.** Considerato quanto sopra, si intende calcolare la velocità del sistema/sorgente misurando l'aberrazione (asimmetria) di tali raggi.

Consideriamo la Sorgente di luce S solidale con un lungo condotto (in giallo) entrambi in moto da O verso C con velocità v sconosciuta. Se si emette da S un lampo di luce in direzione OA e inclinazione Φ il condotto in moto per essere attraversato dal lampo di luce OA deve essere inclinato, a causa dell'aberrazione, di Φ+Ψ dove per l'aberrazione Ψ con raggi in uscita vale:

$$\tan \Psi = BC/AB = \sin \Phi/(c/v - \cos \Phi) \qquad (1)$$

mentre con raggi in entrata (da A verso O) varrebbe:

$$\tan \Psi' = \sin\Phi/(c/v+\cos\Phi) \text{ [4]} \qquad (1a)$$

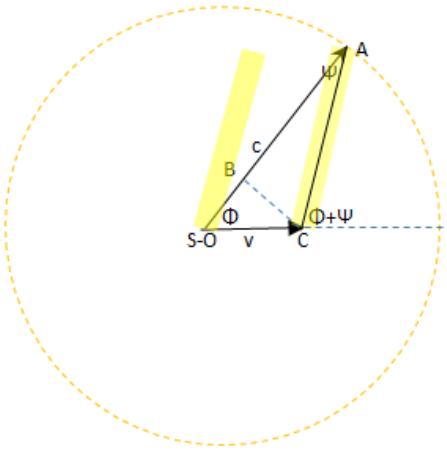


Figura 1

In figura 1 sono rappresentati: con il cerchio di raggio c i lampi di luce che si propagano da S in tutte le direzioni, il percorso del lampo di luce SA, lo spostamento SC con velocità v *della sorgente S e del condotto in giallo (rappresentato nell'istante iniziale O e nell'istante finale C). Mentre il condotto in giallo, con inclinazione Φ+Ψ, si muove da S a C intercetta il lampo di luce che si muove da S ad A con*

inclinazione Φ. Il cerchio di aberrazione, noto Φ, permette di calcolare graficamente l'angolo l'aberrazione Ψ.

Dalla figura si evince che lungo la direzione del moto OC risulta Φ= 0 e l'aberrazione Ψ = 0, poiché tale direzione costituisce un asse di simmetria per il campo e per l'aberrazione.

Per trovare l'aberrazione dei lampi di luce nelle diverse direzioni si emettono *n* lampi di luce in diverse direzioni $0<\Phi_n< 2\pi$; inclinando adeguatamente il condotto si intercettano tali lampi, così da trovare i relativi angoli di aberrazione $\Psi(\Phi_n)$ e ricavare la curva Ψ. La direzione OC della velocità v, in quanto asse di simmetria, deve avere Φ= 0 e aberrazione Ψ = 0.

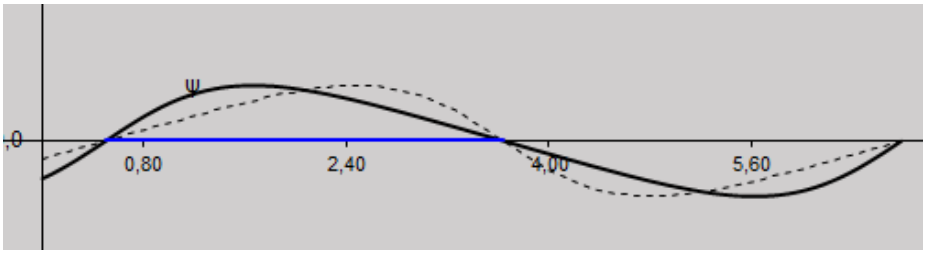


Figura 3

In figura 3, come esempio, viene riportata la curva di aberrazione (1) per v= c/2 (in tratteggio la curva di aberrazione (1a) se il raggio fosse in entrata da A ad S).

Per calcolare il modulo della velocità conviene scegliere la direzione con aberrazione massima Ψ_m e relativo Φ_m. Tali valori introdotti nella (2) ci forniscono la velocità del sistema:

$$v = c / (\sin \Phi_m/\tan \Psi_m + \cos \Phi_m) \qquad (2)$$

Se $\Phi \approx \pi/2$ la formula può approssimarsi in $v = c*\tan\Psi_m$ (2a)

L'aberrazione della luce per una sorgente in moto solidale con la Terra, che si ipotizza avere una velocità v= 300 km/s, risulta dalla (2a): $\tan\Psi_m = v/c = 0{,}001$ → $\Psi_m = \arctan(0{,}001) = 0{,}0573°$ → 0,0573*3.600 = 206",28 = 3',26", quindi $\mathbf{\Psi_m = 3',26"}$

Riassumendo: utilizzando il principio della velocità della luce indipendente dalla velocità della sorgente che la emette (De Sitter) e considerando il sistema anche sorgente di luce, viene calcolata, mediante l'aberrazione della luce, la velocità del sistema-sorgente rispetto alla luce stessa. Si rileva che anche nel caso del disco di Sagnac [5], si utilizzano percorsi unidirezionali di luce per calcolare il moto (di rotazione) di un sistema. La luce, in sostanza, si presenta come un sistema di riferimento unico, assoluto con cui è possibile definire la rotazione assoluta e la velocità assoluta e, con essa, la dilatazione assoluta del tempo e la contrazione assoluta dello spazio.

Presumo che sia possibile verificare la velocità della Terra, ossia misurare l'angolo di aberrazione $\mathbf{\Psi_m = 3',26"}$ mediante dei lampi di luce sottile (fasci laser inferiori ad un millesimo di capello che riescono a propagarsi per grandi distanze [6]).

3. L'intervallo invariante e lo spazio-tempo di Minkowski

Al capitolo 1 si è mostrato che è possibile ricavare le deformazione dello spazio e del tempo e, contemporaneamente, che non è necessaria l'ipotesi del 2° postulato della Relatività. Al capitolo 2 si è mostrato, altresì, come misurare la velocità reale di un sistema se si considera come riferimento il campo (elettromagnetico) prodotto dallo stesso sistema; campo che, considerato come riferimento assoluto (in quanto univoco), contraddice l'ipotesi del 2° postulato.

Detto ciò si intende scoprire le eventuali contraddizioni del suddetto 2° postulato con le proprietà della luce.

In geometria analitica la $c^2t^2 = x^2+y^2+z^2$ e la $c^2t^2-x^2+y^2+z^2= 0$ rappresentano le equazioni della sfera con centro nell'origine e raggio $r = ct$ in espansione alla velocità c.

Nelle *Trasformazioni di Lorentz,* per tener conto del 2° postulato della relatività, sono state inserite le equazioni [7]

$$c^2t^2-x^2+y^2+z^2 = c^2t'^2-x'^2+y'^2+z'^2 = 0 \qquad (3)$$

Per quanto detto tali equazioni descrivono delle sfere in espansione (fra loro in moto) con centri nell'origine dei rispettivi sistemi. Cioè esse esprimono delle sfere solidali con i loro centri, ciò in contrasto con le sfere di luce che, come mostrato da De Sitter, non sono solidali con le loro sorgenti-centri. Pertanto tali equazioni non descrivono il comportamento della luce cioè non rappresentano delle sfere di luce.

In definitiva le Trasformazioni di Lorentz, contenendo l'equazione (3) non descrivono la luce, quindi non descrivono la realtà. Da ciò ritengo scaturiscano tutti i paradossi della relatività, gli "*invarianti relativi*" al sistema scelto come: la massa a riposo, l'energia a riposo, l'intervallo relativistico al quadrato, ... [8]

Dalla (3) la relatività definisce, inoltre, **l'intervallo invariante** spazio-tempo:

$$ds^2 = c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = c^2dt'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2 \qquad (3a)$$

Nel piano spazio-tempo di Minkowski la sfera in espansione viene rappresentata con una circonferenza in espansione nel tempo e nello spazio di equazione:

$c^2t^2 = x^2 + y^2$ ossia con il *cono di luce (figura 3).*

Posto c= 1 e dt= 1:

- Se il corpo è fermo v= 0, la sua traiettoria coincide con l'asse del tempo e ds= cdt = 1;
- Se il corpo è in moto $v < c$ la sua traiettoria $\theta = v/c$, $ds^2 = (ct)^2 - (vt)^2 > 0$ e lo spazio percorso è vt;

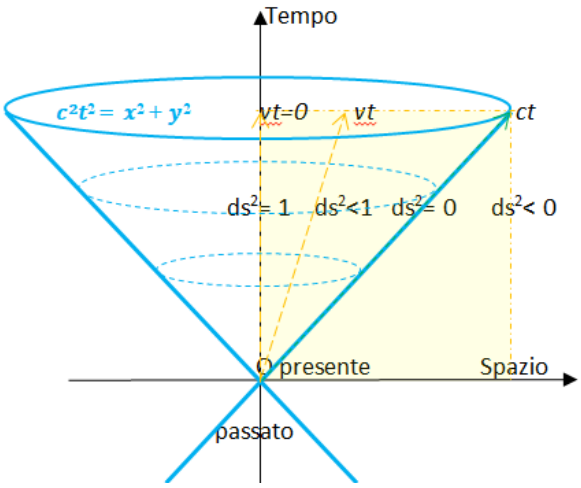


Figura 4

- Se v= c ds = 0 ossia i raggi di luce percorrono intervalli nulli, mentre lo spazio percorso è ct.

Ricordiamo che secondo la RS il cono di luce costituisce il limite dello spazio-tempo entro cui è possibile comunicare/interagire. Punti all'interno del cono di luce non possono comunicare con punti all'esterno poiché dovrebbero utilizzare un mezzo più veloce della luce.

Riassumendo, la condizione (3), come i coni di luce definiti nella geometria di Minkowski, risultando in contrasto con la proprietà della velocità della luce (di essere indipendente dal moto della sorgente), non descrive la luce.

La velocità della luce, ritengo, deve considerarsi un invariante assoluto a cui tutti i sistemi devono riferirsi. Di seguito verrà definito il sistema a riposo e le **grandezze invariante**.

4. Il Sistema a riposo e le grandezze invarianti

Nel capitolo 2 si è visto che un **sistema è fermo** (a riposo) se la luce emessa dal sistema ha aberrazione nulla in tutte le direzioni. Tale sistema risulta unico in quanto la velocità della luce è indipendente dal moto del sistema/sorgente. La **distanza invariante** può, allora, definirsi come la distanza percorsa dalla luce nell'unità di tempo t di un sistema a riposo. Considerato il sistema in moto con velocità v rispetto al sistema a riposo, definiamo il **triangolo rettangolo delle distanze** OPS' col teorema di Pitagora (vedi figura 5):

$$c^2t^2 = c^2t'^2 - dl'^2 = c^2t'^2 - v^2t'^2 \qquad (4)$$

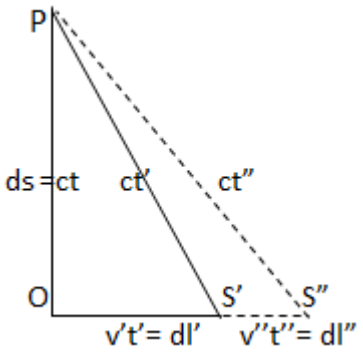


Figura 5

dove:

- ct = OP è la distanza invariante nel sistema a riposo;
- vt' = OS' è la distanza percorsa dal sistema nel tempo t';
- ct' = PS' è la distanza percorsa dalla luce nel tempo t'.

La (4) è scritta considerando la velocità nella direzione di un asse. Se la velocità ha componenti nei tre assi x, y, z la (4) si scrive:

$$c^2t^2 = c^2t'^2 - v_x'^2t'^2 - v_y'^2t'^2 - v_z'^2t'^2 = c^2t'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2 \quad \rightarrow$$

$$c^2t^2 = c^2t'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2 \qquad (4')$$

La relazione (4'), a differenza della (3a), può ritenersi validità poiché si basa sul principio dell'indipendenza della velocità della luce dalla velocità della sorgente e dal fenomeno fisico dell'aberrazione della luce.

Dalla (4) è possibile ricavare il tempo dilatato t' (di cui al cap. 1) del sistema in moto rispetto al sistema fermo all'aumentare della velocità v: $t' = t/(1-v'^2/c^2)^{1/2}$

Posto $\gamma = (1-v^2/c^2)^{1/2}$ si ha $t' = t/\gamma$ e il **triangolo delle distanze** (4) si scrive:

$$(c*t)^2 = (c*t/\gamma)^2 - (v*t/\gamma)^2 \qquad (4a)$$

Se si divide per t^2 si ottiene il **triangolo delle velocità:**

$$\mathbf{c^2 = c^2/\gamma^2 - v^2/\gamma^2} = (c^2 - v_x^2 - v_y^2 - v_z^2)/\gamma^2 \qquad \mathbf{(4b)}$$

Dall'equazione (4b) si possono ricavare diverse grandezze invarianti.

Se si moltiplica la (4b) per m_o^2, avendo indicato con m_o e la massa a riposo [9a]e con v la velocità riferita al sistema assoluto si ottiene il **triangolo delle quantità di moto**

$$\boldsymbol{m_o^2c^2 = m_o^2/\gamma^2 * (c^2 - v^2) = m_o^2\, c^2/\gamma^2 - m_o^2\, v^2/\gamma^2 = m_o^2\, c^2/\gamma^2 - p^2/\gamma^2}$$

Se si moltiplicala (4b) per $m_o^2c^2$ si trova il **triangolo delle energie:**

$$m_o^2c^4 = m_o^2c^4/\gamma^2 - m_o^2v^2c^2/\gamma^2 \rightarrow \quad \boldsymbol{(m_oc^2)^2 = (m_oc^2/\gamma)^2 - (m_ovc/\gamma)^2} \qquad (4c)$$

Dove: $\boldsymbol{E_o = m_oc^2}$ *è* l'**energia a riposo** , $\boldsymbol{E = m_oc^2/\gamma}$ è l'**energia totale** ed $\boldsymbol{E_c = E - E_o = m_oc^2(1/\gamma - 1)}$ è l'**energia cinetica** rispetto al sistema a riposo.

Se poniamo la quantità di moto $\boldsymbol{p = m_ov}$ si ha $\boldsymbol{m_ovc/\gamma = pc/\gamma}$ per cui:

$$\boldsymbol{E_o^2 = E^2 - E_c^2 = (m_oc^2/\gamma)^2 - (pc/\gamma)^2} \qquad (4c)$$

Se la velocità v= o la E_c = o e la (4c) diventa la famosa equazione: $\boldsymbol{E_o = m_oc^2}$ (4d) dove la E_o è l'energia a riposo per il sistema realmente fermo e risulta minima tra tutte le energie a riposo relativistiche.

L'<u>energia totale</u> $\boldsymbol{E = (E_o^2 + E_c^2)^{1/2}}$ è minima quando il sistema è fermo E_c = o, cioè quando il campo ha simmetria radiale. Si può ritenere, allora, che l'*<u>energia cinetica</u>* $E_c = \boldsymbol{(E^2 - E_o^2)^{1/2}}$ misuri l'asimmetria del campo.

Considerata l'energia totale $\boldsymbol{E = m_oc^2/\gamma}$ e la quantità di moto $\boldsymbol{P = m_ov/\gamma}$ di un sistema isolato si ricava, il **quadrivettore invariante energia-impulso** *Q=(E/c, Px, Py, Pz) cioè:*

$$\boldsymbol{Q = m_o/\gamma * (c\,,\, v_x\,,\, v_y\,,\, v_z)} \qquad (4e)$$

In cui, ripetiamo, la massa a riposo m_o e la velocità v non sono relative a un generico sistema di riferimento (come nella TRS) ma riferite al sistema a riposo (assoluto).

Se consideriamo la luce come energia di fotoni: $\mathbf{E = h\nu}$, dove h è la *costante di Planck* e $\nu = n/t$ è il numero di oscillazioni *n* nel tempo t, una dilatazione del tempo ossia un percorso maggiore significa un aumento del numero di oscillazioni/fotoni quindi di energia. Cioè le aree delle ellissi, essendo le aree in cui si muovono i raggi di luce, possono considerarsi delle energie (che devono essere quantizzate cioè devono contenere un numero intero di oscillazioni-fotoni).

Se si moltiplica, allora, la (4b) $c^2 = c^2/\gamma^2 - v^2/\gamma^2$ per $m_o\gamma$ si ha:

$$\boldsymbol{m_o\gamma c^2 = m_oc^2/\gamma - m_o\, v^2/\gamma} \qquad (4f)$$

da cui $$\boldsymbol{m_o\, c^2/\gamma = m_oc^2\gamma + m_ov^2/\gamma} \qquad (4g)$$

Dove:

***Et*= m_oc^2/γ** *è l'energia totale* e può identificarsi con l'ellisse di aberrazione (*ellisse blu*) essendo proporzionale alla sua area. Tale energia può ritenersi la somma di due energie:

- ***Ei*** = $m_oc^2\gamma$ *l'energia interna* (*ellisse rossa*) poiché può identificarsi con il corpo essendo proporzionale al suo volume;

- ***Ee*** = $m_ov^2*\gamma$ *l'energia esterna* è la differenza dell'*energia totale* e dell'*energia interna*.

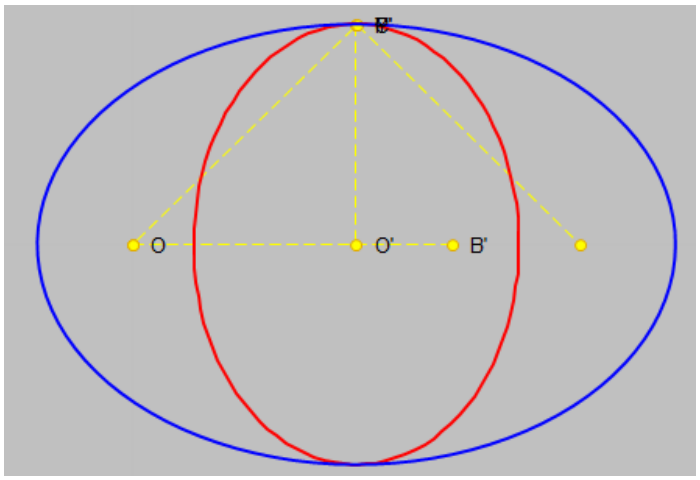


Figura 6

Si osserva che se il corpo:

a) E' fermo (a riposo) v=0: E_e=0, $E_i = E_t = m_oc^2$ cioè l'energia esterna è nulla e l'energia interna coincide con l'energia totale;

b) Aumenta la sua velocità: l'energia interna E_i diminuisce mentre l'energia esterna E_e e l'energia totale E_t aumentano fino a coincidere, per cui si può supporre che all'aumentare della velocità la materia tenda a trasformarsi tutta in energia esterna.

Vista la (4g), che esprime l'energia totale, mi domando se sia possibile utilizzare tale espressione dell'energia nell'equazione di Klein-Gordon considerato che essa non presenta radici.

In *figura 6* il corpo contratto è rappresentato con l'ellisse rossa. I raggi di luce, nel percorso dal centro dell'ellisse rossa alle pareti e ritorno, in ogni istante di tempo si trovano tutti all'interno di tale ellisse. L'ellisse blu rappresenta, invece, lo spazio in cui questi raggi di luce si muovono durante tutto il tempo del percorso di andata e ritorno. L'energia verrebbe a rappresentarsi quindi, come campo di energia nella regione dello spazio rappresentato dall'ellisse (blu) di aberrazione che avvolge il corpo.

Riassumendo, secondo tale interpretazione con l'aumento della velocità del corpo: il tempo, l'ellisse e l'energia aumentano e tendono a valori infiniti con la conseguenza che non è possibile raggiungere la velocità della luce.

Gli Invarianti relativistici secondo la RS Il *triangolo relativistico delle energie* ricavato dall'intervallo invariante, al contrario di quanto riportato sopra, restituisce la *massa* e l'*energia a riposo* di un corpo in quiete "rispetto al proprio sistema di riferimento. Si riportano alcune definizioni relativistiche di invarianti che ritengo ambigue.

Relazione relativistica tra energia e quantità di moto (youmath. it)

Da Wikipedia *"... si indica con m la massa invariante a ogni velocità v < c (che coincide numericamente con la massa a riposo) in un dato sistema di riferimento inerziale K ed in qualsiasi altro sistema di riferimento inerziale K' in moto a velocità costante v' rispetto a K."*

Definizione su youmath di Massa a riposo: [8] " ... *con m_0 si indica la massa a riposo , cioè la massa di un corpo misurata in un sistema di riferimento in cui esso è fermo.*"..
Definizione di Invarianti relativistici(youmath) [9] "... *esistono due importantissime grandezze che restano invariate a prescindere dal sistema di riferimento inerziale scelto per l'osservatore: il cosiddetto intervallo relativistico al quadrato è il quadrato del prodotto tra la massa a riposo e la velocità della luce ($m_0^2c^2$)*" Risulta, a mio parere, evidente l'incongruenza tra le due definizioni in quanto: con la prima viene definita come massa a riposo m_0 la massa misurata *nel sistema in cui essa è "ferma"*; con la seconda viene considerato $m_0^2c^2$ come un invariante relativistico a prescindere dal sistema di riferimento.

5. Il 2° postulato nella metrica di Schwarzschild

Al capitolo 3 si è mostrato che l'equazione (3) è falsa in quanto non descrive il comportamento della luce. Da essa la RS ricava l'**intervallo invariante**:

$$ds^2 = (c\,dt)^2 - (dx)^2 - (dy)^2 - (dz)^2 \qquad (5a)$$

In coordinate sferiche l'*intervallo invariante* tra due punti vicini è:

$$ds^2 = (c\,dt)^2 - dr^2 - r^2 d\varphi^2 \quad \text{mentre il tempo } d\tau = ds/c:$$

$$d\tau^2 = ds^2/c^2 = dt^2 - dr^2/c^2 - r^2 d\varphi^2/c^2 \qquad (5b)$$

Schwarzschild partendo dalle equazioni di Einstein e ipotizzando la massa M sferica non in rotazione, dalla relazione (5b) ricava la *metrica* (5c) che prende il suo nome:

$$d\tau^2 = ds^2/c^2 = (1-\mathbf{2GM/rc^2})dt^2 - dr^2/(1-\mathbf{2GM/rc^2})\,c^2 - r^2 d\varphi^2/c^2 \qquad (5c)$$

dove G è la costante gravitazionale ed r la distanza dalla massa M.
Dalla (5d) si deduce se:

1) M= 0 o con distanza *r* grande cioè in assenza o lontano da masse si ritrova si ritrova la Relatività Speciale con la metrica $d\tau^2/dt^2 = (1-v^2/c^2)$;
2) v= 0 velocità del sistema nulla o trascurabile $(d\tau/dt)^2 = 1 - 2GM/rc^2$ l'energia gravitazionale agisce come l'energia cinetica (il tempo rallenta come se $v^2 = 2GM/r$);
3) v= 0 ed M= 0 il sistema risulta fermo e lontano da masse $(d\tau/dt)^2 = 1$;
4) 0< v< c ed M>0 si può avere un $(d\tau/dt)^2 < 0$, cioè **il tempo** di un sistema **può assumere valori** immaginari ossia **non reali**.

Osserviamo, altresì, che la (5d) per $r = 2GM/c^2$ presenta un asintoto, cioè il tempo proprio $d\tau$ passa da un valore infinito negativo ad un valore infinito positivo.

Se il corpo è in orbita ad una distanza r costante dalla massa M dr=0 e la (5c) si riduce alla:

$$d\tau^2 = ds^2/c^2 = (1-\mathbf{2GM/rc^2})dt^2 - dr^2/c^2 - r^2 d\varphi^2/c^2 \qquad (5c')$$

Dividendo per dt^2 e considerato che $r\,d\varphi = v dt$ si ha:

$$\left(\frac{d\tau}{dt}\right)^2 = 1 - \frac{2GM}{rc^2} - \frac{r^2}{c^2}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = 1 - \frac{2GM}{rc^2} - \frac{v^2}{c^2}\,. \qquad (5d) \quad [10]$$

La suddetta relazione costituisce il rapporto tra il tempo $d\tau$ del sistema che ruota attorno alla massa M ad una distanza costante r con velocità v ed il tempo $dt = 1$ di un sistema fermo e lontano da masse.

Per quanto detto la metrica (5c) deve ritenersi errata e, ancora, perché considera il rallentamento del tempo dovuto alla gravità ($2GM/rc^2$) indipendente dal rallentamento del tempo dovuto alla velocità (v^2/c^2). In sostanza la (5d) si ritiene errata in quanto la componente relativa alla velocità non è legata alla componente relativa alla gravità.

Utilizziamo adesso l'equazione (5d) per calcolare il rapporto tra il tempo che scorre su un satellite che ruota attorno alla terra ad una velocità v_{sat} e ad una distanza r_{sat} ed il tempo che scorre per il GPS sulla terra:

$$\left(\frac{dt_{sat}}{dt_{Earth}}\right)^2 = \frac{1 - \frac{2GM}{r_{sat}c^2} - \frac{v_{sat}^2}{c^2}}{1 - \frac{2GM}{r_{Earth}c^2} - \frac{v_{Earth}^2}{c^2}} \qquad (5e)$$

Considerato per la terra: $dt_{eart} = 86.400$ s, $2GM = 7{,}96*10^{14} m^3/s^2$, $r_{eart} = 6{,}37*10^6$ m, $v_{eart} = 461$ m/s e per il satellite $r_{sat} = 26{,}6*10^6$ m $v_{sat} = 4.000$ m/s. nella (3d) si ha:

$$[1-(7{,}96*10^{14}/(26{,}6*10^6*9*10^{16}) - 16*10^6/9*10^{16}]/\ [1-(7{,}96*10^{14}/(6{,}37*10^6*9*10^{16}) - 21{,}25*10^4/9*10^{16} =$$

$$[1-7{,}96*10^{14}/2{,}394*10^{24} - 1{,}778*10^{-10}]\ /\ [1-7{,}96*10^{14}/5{,}73*10^{23} - 2{,}361*10^{-12}] =$$

$$[1- 3{,}325*10^{-10} - 1{,}778*10^{-10}]\ /\ [1-1{,}389*10^{-9} - 2{,}361*10^{-12}] = [1- 5{,}10*10^{-10}]\ /\ [1-1{,}391*10^{-9}] =$$

$$(dt_{sat}/dt_{eart})^2 = 0{,}99999999949\ /\ 0{,}999999998609 = 1{,}00000000882 \rightarrow$$

$$dt_{sat}\ /\ dt_{eart} = dt_{sat}\ /\ 86.400 = 1{,}00000000441 \rightarrow dt_{sat} = 86.400{,}0000\underline{\mathbf{38}}$$

cioè l'orologio sul satellite, sebbene sia meno rallentato dalla gravità, a causa della maggiore velocità risulta più lento dell'orologio sulla Terra di 38 μs al giorno.

Come accennato sopra con grandi masse M e alte velocità, la (5d) può diventare negativa, cioè il **tempo** può assumere un valore immaginario cioè **non reale.**

Ad esempio, il rapporto tra il tempo di una particella posta vicina al Sole avente una velocità relativistica v= 0,99999999c, rispetto al tempo di osservatore fermo e lontano da masse per cui $dt = 1$ calcolato con la (5d) assume un valore negativo (non reale).

Poiché $2*GMs = 1{,}33*10^{20}\ m^3/s^2$, $r_s = 7*10^8$ m, $v_{part}/c = 0{,}99999999$ si ottiene

$$(dt_{sol}/dt_{eart})^2 = [1- (1{,}33*10^{20}/(7*10^8*9*10^{16}) - 0{,}9999998]\ /\ 1 = [1-1{,}33/63*10^{-4} - 0{,}99999998] =$$

$$= [1- 2{,}11*10^{-6} - 0{,}99999998] = [1- 0{,}00000211 - 0{,}99999998] = 1 - 1{,}000002 = \mathbf{-\ 0{,}000002} < 0$$

Nei moderni laboratori le particelle raggiungono velocità vicinissime alla velocità della luce per cui, anche se la gravità terrestre è piccola, è possibile superare il limite teorico indicato con l'equazione (5d). Ad oggi, però, nessun esperimento ha segnalato fenomeni strani riguardanti il tempo proprio di tali particelle. Poiché l'equazione (5c) in determinate condizioni da valori non reali ritengo che la sua metrica non sia idonea a descrivere lo spazio tempo.

6. Una metrica senza il 2° postulato della RS

La metrica espressa dalla (5c) ricavata dal 2° postulato della RS e dall'intervallo invariante (5a), non la ritengo, quindi, idonea a rappresentare lo spazio tempo

$$ds^2 = (c\,dt)^2 - (dx)^2 - (dy)^2 - (dz)^2 = 0 \qquad (5a)$$

Al capitolo 4 si è definito come **sistema a riposo** il sistema dove l'aberrazione della luce risulta nulla. Quindi, mediante il teorema di Pitagora, si è definito il **triangolo rettangolo delle distanze** è la **distanza invariante** ct come la distanza percorsa dalla luce nell'unità di tempo t del sistema a riposo

$$c^2t^2 = c^2t'^2 - dl'^2 = c^2t'^2 - v'^2t'^2 \qquad (4) \qquad \text{ossia la}$$

$$c^2t^2 = c^2t'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2 \qquad (4')$$

La *distanza invariante* (4) è l'analoga dell'*intervallo invariante* (5a) ed esprime la metrica nello spazio tempo a riposo, ct' è lo spazio percorso dalla luce nel sistema in moto nell'unità di tempo t' mentre $(dx'^2 + dy'^2 + dz'^2)^{1/2}$ è lo spazio percorso dal sistema in moto con velocità reale v nel tempo t'.

Dividendo la (4) per c^2/t'^2 si ottiene $t^2/t'^2 = 1 - v'^2/c^2$ ossia

$$t^2/\tau^2 = 1 - \upsilon^2/c^2 \qquad (6)$$

che costituisce il rapporto tra il tempo t nel sistema a riposo e il tempo τ nel sistema in moto con velocità reale υ.

Poiché sappiamo che il campo gravitazionale rallenta la luce, si può ipotizzare che tale campo agisca sullo spazio (rendendolo più denso) variando il suo indice di rifrazione η_g come un qualsiasi altro mezzo di propagazione. Posto allora $\eta_g = c'/c = (1-2GM/rc^2)^2$ la (6) scrive:

$$\mathbf{d\tau^2/dt^2} = \eta_g{*}(\mathbf{1 - v^2/c^2})/\mathbf{1} = (\mathbf{1-2GM/rc^2}){*}(\mathbf{1 - v^2/c^2}) \qquad (6a)$$

La (6a) rappresenta il rapporto tra il tempo $d\tau$ di un sistema posto a distante r da M e con velocità v ed il tempo $dt = 1$ di un sistema realmente fermo e lontano da masse.

Se sviluppiamo la (6a) $\mathbf{d\tau^2/dt^2} = (1-2GM/rc^2){*}(1-v^2/c^2) = (\mathbf{1-2GM/rc^2 - v^2/c^2} + 2GMv^2/rc^4)$

si trova che essa si differenzia dalla *metrica di Schwarzschild* (5d) per il termine positivo $2GMv^2/rc^4$ che è trascurabile per campi gravitazionali deboli e/o per basse velocità v.

Calcolando, infatti, con la (6a) la differenza del tempo satellitare e del tempo terrestre si ha:

$$[(1- 3{,}325*10^{-10})*(1 - 1{,}778*10^{-10})] \,/\, [(1- 1{,}389*10^{-9})*(1 - 2{,}361*10^{-12})] =$$

$$(0{,}9999999996675*0{,}999999999822)/(0{,}99999999998611*0{,}999999999997639) =$$

$$(dt_{sat} /dt_{eart})^2 = 0{,}99999999949/0{,}999999998609 = 1{,}000000000882 \rightarrow$$

$$dt_{sat} / dt_{eart} = dt_{sat} / 86.400 = 1{,}00000000441 \rightarrow dt_{sat} = 86.400{,}0000\underline{\mathbf{38}}$$

cioè lo stesso ritardo della (5e): 38 μs /giorno, mentre $2GMv^2/rc^4 = (3.325*1.778)*10^{-20}$

La(6a) quindi per campi gravitazionali deboli e/o per basse velocità v è uguale alla (5d) mentre per velocità e gravità non trascurabili risulta sempre positiva (valori di tempo reali);

Si osserva che, se nella RS uno dei due sistemi ha una velocità "reale" trascurabile tale da potersi considerare fermo, la velocità dell'altro sistema può considerarsi reale. Nel caso del nostro sistema Terra con velocità v= 300 km/s, esso può ritenersi fermo e la velocità dell'altro sistema reale. Per il suddetto motivo la (5d) può approssimarsi alla (6a) e la RS viene ad essere attendibile.

Nota: La (6a) $d\tau^2/dt^2 = (1–2GM/rc^2)*(1 - v^2/c^2)$, costituisce un polinomio di 2° grado aventi radici: il raggio di *Schwarzschild* $r = 2GM/c^2$ e la velocità della luce $v = c$. Esso risulta perfettamente simmetrico rispetto alla velocità v^2 ed alla gravità $2GM/r$. Dalla (6a) si evince che un corpo in caduta libera verso la massa M ad una distanza r acquista una velocità $v^2 = 2GM/r$ che produce una dilatazione temporale pari alla dilatazione prodotta dalla gravità alla stessa distanza r (2GM/r). In altre parola la dilatazione temporale risulterebbe doppia in un corpo in caduta libera in un dato punto rispetto al corpo fermo nello stesso punto.

Tale dilatazione temporale si traduce in una curvatura doppia del raggio di luce quando passa vicino a una massa, come vedremo nel capitolo successivo.

7. La curvatura della luce

Viene definita curvatura *k* il reciproco del raggio di curvatura $k = 1/r$, per cui la curvatura k può assumere valori da zero a infinito. Se poniamo $r_s = 2GM/c^2$ il raggio di curvatura unitario: $r_s = 1$ = l'*angolo di deflessione* risulta il rapporto $\alpha = r_s/r = 2GM/c^2r = 1/r$.

Per comprendere la deformazione dello spazio-tempo della RG dovuta alla gravità, occorrerebbe capire perché la luce si incurva in un campo gravitazionale.

La curvatura della luce, a mio parere, può considerarsi causata dalle 2 proprietà della luce:

- particellare per cui è soggetta alla gravità prodotta dalla massa;
- ondulatoria per cui è soggetta alla rifrazione del mezzo.

La curvatura dovuta alla gravità venne calcolata per la prima volta dal fisico tedesco Johann Soldner nel 1801, considerando il pacchetto di luce come una particella che parte dal vertice in direzione tangenziale, e applicando ad esso l'accelerazione della *gravitazione di Newton* $g = GM/r^2$. Per la luce delle stelle che sfiorano il Sole egli calcolò la curvatura $\alpha_g = 4{,}24*10^{-6}$. Per valori di curvatura molto piccoli si può applicare la formula $\boldsymbol{\alpha_g = 2GM/c^2r}$ ovvero: $\alpha_g = r_s/r$.

Riguardo la curvatura dovuta alla rifrazione del mezzo presumo che il campo gravitazionale "comprima" il mezzo (ossia il vuoto) e lo renda più denso così da aumentare il suo indice di rifrazione η_g secondo la legge: $\eta_g = 1/(1 - 2GM/rc^2)^{1/2}$.

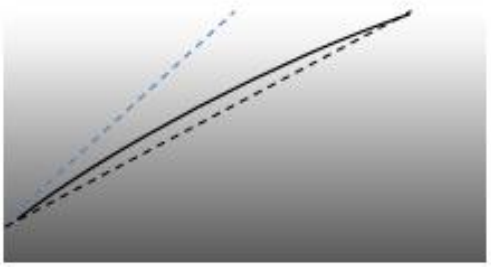


Figura 7

Partendo dall'equazione (6a) applichiamo l'indice di rifrazione $\eta_g = 1/(1 - 2GM/rc^2)^{1/2}$ si ha:

$$\tau^2/t^2 = \eta_g*(\mathbf{1 - v^2/c^2}) = \mathbf{(1-2GM/rc^2)*(1 - v^2/c^2)} \quad \text{ossia} \quad (6a)$$

Considerando il principio di conservazione dell'energia per la luce $E_g=E_c$ $\frac{1}{2}mv^2= GMm/r$ da cui $v^2= GM/r$ che sostituita nella (6a) diventa

$$\tau^2/t^2 = (1-2GM/rc^2)*(1-2GM/rc^2) = \mathbf{(1-2GM/rc^2)^2} \qquad (7)$$

considerato che per $x<<1$ vale l'approssimazione $(1-x)^2 \approx (1-2x)$ se $2GM/rc^2 << 1$ si ha:

$$\boldsymbol{\tau^2/t^2 = (1 - 4GM/rc^2)} \qquad (7a)$$

$g= GM/r = 1{,}33*10^{20}/7*10^8 = 1{,}9*10^{11}*m/s^2$ $4g/c^2 = 4*1{,}9*10^{11}/ 9*10^{16} = 8{,}44*10^{-6}$

La $4GM/rc^2$ è la deflessione totale della luce dovuta al rallentamento che risulta doppia della deflessione $\alpha_g = 2GM/rc^2$ dovuta alla sola gravità di Newton.

Conclusioni

Aberrazione e Velocità reali Da quanto sopra esposto è possibile calcolare con l'aberrazione della luce la velocità dei sistemi inerziali. Che la **velocità** presente nella formula (1) dell'aberrazione sia "**reale**" si richiamano, altresì, gli studi di Eisner, Hayden ed Ives indicati nell ' articolo (paragrafo 8) del fisico Franco Selleri [11].

Deformazione reale dello spazio - tempo. Nota la velocità reale di un sistema è possibile calcolare la "reale" deformazione dello spazio e del tempo, che è tanto maggiore quanto maggiore è la sua velocità (reale) rispetto al sistema assoluto. Nel caso del nostro sistema Terra, che si ritiene avere una velocità v = *1.000 km/s,* la deformazione dello spazio–tempo, con γ = 0,999994, risulta trascurabile per tale motivo la RS risulta abbastanza attendibile.

La TRS, proprio perché si fonda su delle ipotesi non dimostrabili, dal punto di vista epistemologico non potrà mai essere accettata come una legge. Esistono, d'altra parte, altre teorie che, con ipotesi diverse, riescono a spiegare la relatività [12]. L'interpretazione dell'esperimento riportato nel capitolo 1, (corrispondente a quello di Michelson e Morley) risulta realistica, ossia più empirica in quanto non utilizza ipotesi ma due proprietà della luce: 1) l'isotropia della velocita della luce; 2) l'indipendenza dalla velocità della luce dalla velocità della sorgente.

N'esperimento riportato come in quello di Michelson e Morley, a causa della deformazione dello spazio-tempo, la luce compie percorsi di "*andata e ritorno*" unitari in tempi unitari qualunque sia la velocità del sistema. Ciò ha indotto a ritenere (erroneamente) che la luce avesse sempre velocità unitaria in tutti i sistemi inerziali anche in percorsi di "solo andata"; ossia ad ipotizzare il 2° postulato della RS. In sostanza i fenomeni relativistici devono interpretarsi senza utilizzare alcuna ipotesi mentre la TRS (con le sue ipotesi) deve ritenersi errata.

Il Principio di Equivalenza, su cui si basa la RG, ritiene uguali la massa inerziale definita con la legge $F_i = m_i * a$, e la massa gravitazionale definita con la legge $F_g = G*Mm_g/r^2$.
Tale principio deve ritenersi (a mio parere) errato in quanto: mentre la massa inerziale m_i è associata al moto; la massa m_g è associata alla posizione che ha nel campo gravitazionale. Di conseguenza in ogni punto del sistema le due forze non si annullano perfettamente ma si hanno delle forze differenziali dette *forze di marea*. Nel famoso esempio dell'ascensore in caduta libera, quindi, il passeggero se potesse misurare con precisione queste due forze potrebbe determinare il suo movimento. Il principio di equivalenza risulta valido, cioè, solo per intervalli di spazio e tempo molto piccoli.

Ciò che lega, a mio avviso, la Relatività Speciale "reale" (cioè senza i suoi postulati) e la RG non è **il principio di equivalenza** ma la conservazione nel tempo dei campi di energia, in altre parole **il *principio di minima azione***. L'*azione* è la variazione nel tempo del campo di *energia totale* costituito dall'*energia cinetica (sistema in moto* RS) e dall' *energia potenziale* (campo gravitazionale RG). Geometricamente, la reale deformazione dello spazio tempo del

sistema in moto e la deformazione dello spazio-tempo dovuto al potenziale gravitazionale possono interpretarsi/descriversi con l'equazione (6a) come gli zeri del polinomio.

La covarianza. Sulla proprietà della *covarianza generale* che avrebbe la TRG occorre evidenziare, a mio avviso, quanto dimostrato dal fisico Erich Kretschmann già nel 1917, cioè che **qualsiasi teoria si può rendere generalmente covariante**. Infatti nel 1923 Cartan aveva sviluppato le leggi di Newton in una forma generalmente covariante. Detto ciò non ha senso parlare di covarianza in quanto le leggi fisiche devono scriversi esclusivamente per il **sistema assoluto** (fermo). In tale sistema, essendo la velocità nulla, anche le deformazioni dello spazio-tempo sono nulle come l'energia cinetica.

La *Relatività Generale* è effettivamente una *generalizzazione della Relatività Speciale*? Le due teorie sono nate, possiamo dire, per creare delle leggi covarianti valide sia per i sistemi inerziali che per i sistemi non inerziali. Ritengo che, anche a causa della presenza delle forze mareali, la RG possa considerarsi un'estensione della RS. Negli anni '60 molti scienziati hanno insistito sul fatto che la TRG fosse solo una teoria della gravità che confutava la Relatività Speciale. La TRG secondo Kretschmann (1917) [13] è tutt'altro che relativa: fissati infatti i parametri fisici del sistema resta fissata la metrica che rappresenta il campo gravitazionale.

Con la RS si ipotizza la non **esistenza dell'etere**, ciò viene a precludere, a mio parere, qualsiasi possibile legame con la fisica quantistica. È difficile immaginare un vuoto che contiene energia e che viene a deformarsi con la velocità e con la gravità. È necessario considerare, altresì, l'esistenza di un quid che risulti congruente con la fisica quantistica.
In merito la (6a) ipotizza un mezzo di propagazione per la luce con proprietà simili agli altri mezzi.

Personalmente ritengo che la Relatività Speciale spieghi i fenomeni relativistici così come il *sistema tolemaico*, in modo complesso e contorto, riusciva a spiegare il moto dei pianeti del sistema solare. Solo con l'accettazione del più semplice *sistema copernicano* è stato possibile progredire, mediante Keplero, Newton, ecc., con la conoscenza del mondo reale. E' necessario pertanto un nuovo sistema copernicano che sostituisca la teoria relativistica (a mio avviso errata in quanto non è in grado di fornire una misura oggettiva e univoca della realtà) che sia più connesso alla realtà, senza paradossi e, possibilmente, compatibile con la teoria quantistica. Una nuova teoria che ci permetta di uscire dall'impasse in cui attualmente ci troviamo.

Se consideriamo il principio del rasoio di Occam [14], secondo cui sono da preferire le idee che spiegano gli stessi fenomeni con il minor numero possibile di ipotesi; l'interpretazione sopra esposta, che non utilizza ipotesi, è sicuramente da preferire alla TRS che utilizza ipotesi.

Riferimenti

[1] 1. I problemi della teoria classica della gravitazione (infn.it)

[2] Aberrazione della luce - Wikipedia

[3] Willem de Sitter - Wikipedia

[4] L'aberrazione luminosa: da quella annua a un viaggio in astronave **/**** | L'Infinito Teatro del Cosmo formula 17

[5] Tesi (infn.it) Conclusioni

[6] I più sottili fasci di luce mai osservati | Consiglio Nazionale delle Ricerche (cnr.it)

[7] Trasformazioni di Lorentz

[8] Massa a riposo - Wikipedia

[9] Invarianti relativistici (youmath.it)

[9a] Quadrimpulso - Wikipedia

[10] Motion Mountain - Il testo di fisica gratuito volume2-it.pdf pag. 144

[11] Relativismo ed etere di Lorentz (paragrafo. 8)

[12] La liberazione del tempo. F.Selleri (2003)

[13] Kretschmann

[14] Rasoio di Occam