

# Le leggi fisiche sono invarianti rispetto alla Luce.

Ing. Giovanni Colletti

## Sommario

Premessa

### **1. I corpi in movimento e la velocità della luce**

1.1 L'esperimento di Michelson e Morley e i percorsi di andata e ritorno della luce

1.2 Le Trasformazioni di Lorentz (TL) e i percorsi unidirezionali della luce

1.3 La Relatività Speciale e il 2° postulato (un'ipotesi imbarazzante)

1.4 Le Trasformazioni Inerziali

### **2. L'invarianza della velocità della Luce e i corpi in movimento**

2.1 Un sistema di riferimento speciale: Il Sistema Luce.

### **3. Spazio Tempo e velocità della Luce**

3.1 Definizione di Spazio e Tempo.

3.2 Determinazione dello Spazio e del Tempo assoluti con la luce. La Sfera in movimento

3.3 Trasformazioni Assolute e le Trasformazioni Inerziali

3.4 Interpretazione delle ellissi

3.5 Sistema Terra approssimabile al Sistema Luce

3.6 L'informazione come unità di misura di Spazio e Tempo

### **4. Calcolo della velocità assoluta di un sistema inerziale**

4.1 Percorsi UNIDIREZIONALI della Luce

4.2 L'esperimento di Sagnac

4.2.1 Effetto Sagnac e rotazione assoluta

4.2.2 Effetto Sagnac e velocità assoluta

4.3 Aberrazione cinematica

4.3.1 Aberrazione e calcolo della velocità assoluta

4.3.2 Ellisse di aberrazione relativistica

4.3.3 Effetto Sagnac e Aberrazione – percorsi unidirezionali della Luce

4.4 L'effetto Doppler

Conclusioni

## Premessa

Per Galileo Galilei le leggi della meccanica erano uguali in tutti i sistemi di riferimento inerziali, in quanto non era possibile stabilire la velocità di un sistema isolato. Con la scoperta dei fenomeni elettromagnetici (e la velocità della luce costante) si comprese che tali fenomeni non erano uguali (simmetrici) in tutti i sistemi. Einstein nella sua Teoria della Relatività, utilizzando le Trasformazioni di Lorentz, al fine di rendere le leggi dell'elettromagnetismo uguali *in tutti i sistemi inerziali* (1° postulato), ipotizzò che *la velocità della luce nel vuoto avesse lo stesso identico valore in tutti i sistemi di riferimento inerziali* (2° postulato).

È necessario rilevare che, secondo tale postulato, *il tempo impiegato dalla luce per raggiungere un corpo non varia anche se il corpo si avvicina o si allontana*. Ciò si esprime matematicamente con la relazione:  $c = c \pm v$  avendo indicato con  $c$  la velocità della luce e  $v$  quella del corpo. Tale relazione sarebbe valida se  $c$  avesse valore infinito poiché, invece, ha un valore finito la relazione non è valida e con essa anche il 2° postulato.

Tale incongruenza è evidente anche nel diagramma di Minkowski, in cui le velocità dei sistemi sono indicate con delle rette inclinate. Infatti se cambia il sistema di riferimento cambiano le velocità (inclinazioni) degli altri sistemi ma non la velocità della luce  $c$  e la sua inclinazione che rimane di 45°.

Occorre ricordare che, rimanendo nell'ambito della fisica classica: nel 1888 Heaviside, aveva descritto una contrazione del campo elettrico per le cariche in movimento, mentre Lorentz nel 1892 aveva descritto la stessa contrazione per i corpi in movimento. Cioè per entrambi i fisici le suddette contrazioni erano "reali". Solo con la Teoria della Relatività e la scelta (non necessaria ma di comodo in quanto la più semplice) di introdurre in tale teoria il 2° postulato tali contrazioni diventano "relative" a sistemi in moto.

Si ritiene che con la relatività, nel concentrarsi a rendere le leggi fisiche uguali per tutti i sistemi inerziali, non si sia tenuto conto dell'incoerenza introdotta con tale ipotesi.

Credo che tale incoerenza non sia ammissibile, ancor di più se il risultato è uno spazio e un tempo relativi, una simultaneità tra eventi relativa, ecc.

Con questo articolo, pertanto, si intende fare a meno del 2° postulato e utilizzare la proprietà dell'invarianza della velocità della luce, al fine di ottenere una interpretazione dei fenomeni priva di incongruenze.

La finalità non è quindi quella di trovare nuove Trasformazioni (in cui le leggi siano valide in tutti i sistemi) ma una teoria priva di contraddizioni matematiche che possa fornire una rappresentazione della natura più comprensibile ai nostri sensi.

Vedremo come ciò è possibile. Con una semplicità inaspettata si vengono a descrivere i fenomeni "relativistici" e ad interpretare tramite la luce la "forma" dello spazio e il "ritmo" del tempo per i corpi in movimento.

## 1. I corpi in movimento e la velocità della luce

Se consideriamo gli atomi di un corpo, essi si trovano a una distanza tale che le forze (coulombiane) di attrazione e repulsione sono tra loro in equilibrio. Questa distanza si chiama *distanza di legame* e determina la dimensione del corpo.

Se si leggono le equazioni delle forze coulombiana  $F = k \cdot qQ/r^2$  e delle forze gravitazionali  $F = G \cdot Mm/r^2$  si osserva che la propagazione di tali forze è stata considerata istantanea in quanto in esse non è presente il tempo. Tale propagazione ha in realtà una velocità uguale a quella della luce  $c$ , per cui a una distanza  $r$  la perturbazione arriva dopo il tempo  $t = r/c$ . Se il corpo è in movimento tale ritardo, come vedremo, aumenta e con esso variano le forze di legame e le dimensioni del corpo (distanza di legame). Questo avviene sia per le forze coulombiane sia per le forze gravitazionali. Risulta importante allora capire rispetto a cosa il corpo è in movimento. [1]

Secondo Heaviside il campo elettrico generato da una carica in moto ha sempre una dipendenza dalla velocità della carica. Nel 1888/89 egli scoprì che il campo elettrico lungo la direzione del moto della carica rispetto al dielettrico si riduce di un fattore  $(1-v^2/c^2)$ , lo stesso che comparirà nelle Trasformazioni di Lorentz. [2]

Si osserva che la suddetta riduzione del campo elettrico presuppone l'esistenza di un sistema di riferimento assoluto. In merito Poincaré non aveva mai abbandonato il concetto di etere, in quanto per il matematico aveva la funzione di semplificare le leggi della fisica. La sua esistenza implicitamente dimostrava l'esistenza di un sistema di riferimento assoluto.

In questo articolo, utilizzando le proprietà della luce (invece del 2° postulato) e facendo riferimento, soprattutto, all'*esperimento di Michelson e Morley* si ritiene di fornire un'interpretazione oggettiva dei corpi in movimento. Alla luce delle suddette proprietà si passa, quindi, ad esaminare altri esperimenti facendo una distinzione in base ai percorsi della luce ed ai sistemi di riferimento. Infine vengono presentati alcuni esperimenti per calcolare la velocità assoluta dei sistemi.

### 1.1 L'esperimento di Michelson e Morley e i percorsi di andata e ritorno della luce

L'esperimento di MM è stato ideato per dimostrare l'esistenza dell'etere. A ciascuno dei 2 raggi di luce si fanno percorrere, in andata e ritorno, bracci diversi di un interferometro disposti uno lungo la direzione del moto l'altro nella direzione ortogonale. Poiché si riteneva che l'etere nel suo moto trascinasse la luce, con tale esperimento si cercava di osservare (in periodi diversi dell'anno, essendo l'interferometro in moto con la Terra attorno al Sole, o ruotando l'interferometro) un fenomeno di interferenza che avrebbe provato il ritardo di uno dei due raggi. Con qualsiasi rotazione dello strumento e in qualsiasi periodo dell'anno, tuttavia, non è stata osservata alcuna interferenza.

L'esperimento, se per un verso era fallito, dimostrava comunque che **i raggi di luce in un percorso di andata e ritorno impiegano lo stesso tempo qualunque sia la velocità del corpo (interferometro).**

Per spiegare tale strano fenomeno Lorentz ipotizzò che il movimento generasse una contrazione "reale" nei corpi lungo la direzione del moto. A tale ipotesi Einstein affiancò la sua: *la velocità della luce è uguale in tutti i sistemi in moto* (2° postulato della Teoria della Relatività). Tale postulato ipotizza che *il tempo impiegato dalla luce per raggiungere un corpo non dipende dalla velocità del corpo*, ossia che *in un sistema in moto inerziale i tempi impiegati dalla luce nei percorsi di andata sono uguali a quelli di ritorno.*

## 1.2 Le Trasformazioni di Lorentz (TL) e i percorsi unidirezionali della luce

Come il suono ha bisogno dell'aria per propagarsi, si riteneva che anche la luce avesse bisogno dell'*etere* per propagarsi. Il fenomeno dell'*aberrazione stellare*, l'*esperimento di Fizeau* e l'*esperimento di Michelson e Morley* davano risultati contrastanti riguardo il comportamento della velocità della luce nell'*etere*.

Dopo diverse interpretazioni le Trasformazioni create da H. Lorentz, [3] ipotizzando la deformazione del corpo lungo la direzione del moto, riuscivano a spiegare tali fenomeni contrastanti. Nella creazione di tali Trasformazioni, tuttavia, è stata ipotizzata la costanza della velocità della luce in **percorsi di solo andata** (2° postulato), nonostante l'esperimento di MM dimostrasse la costanza della velocità della luce in **percorsi di andata e ritorno**. Inoltre, poiché l'esperimento di MM è costituito da un solo sistema (essendo osservatori e interferometro solidali), per poter applicare le Trasformazioni di Lorentz (costituite da 2 sistemi) è necessario considerare un altro sistema di riferimento per determinare la velocità dell'interferometro.

L'interazione che avviene esclusivamente tra l'interferometro e la luce viene ad essere (a parere dello scrivente) "inquinata" dall'inserimento di un altro sistema estraneo al fenomeno. La velocità dell'interferometro riferita al nuovo sistema si definisce come velocità "relativa" così come la deformazione dello spazio e del tempo.

Accettare le TL implica, in sostanza, ritenere valida la *simmetria della relatività*, cioè: *considerati due sistemi A e B fra loro in moto, ritenere validi sia la contrazione di B per l'osservatore A, sia la contrazione di A per l'osservatore B*. Voler dare, quindi, con le TL (ossia con la TdR) un significato reale alle deformazioni dello spazio e del tempo risulta pura fantasia. Con il 2° postulato si deve quindi rinunciare alla possibilità di definire uno spazio e un tempo reali, ossia di descrivere il reale comportamento della materia in movimento. Tale situazione si ritiene insostenibile (inaccettabile) se si considera che l'introduzione del 2° postulato nella creazione delle TL non è stata una necessità ma una *opportunità*. L'utilizzo del 2° postulato viene consigliato da Poincarè per dare alla teoria fisica la forma più semplice (da Wikipedia): "(Poincaré) ... trattò la difficoltà di stabilire la simultaneità a distanza e concluse che si potesse stabilire per convenzione. Egli asserì anche che gli scienziati dovevano porre la costanza della velocità della luce come postulato per dare alla teoria fisica la forma più semplice." [4]

Considerato quanto sopra, per una lettura oggettiva dell'esperimento di Michelson e Morley si ritiene necessario:

1. Leggere l'esperimento di MM come l'interazione tra un corpo in moto e luce;
2. Considerare la proprietà della costante della velocità della luce per percorsi di andata e ritorno in tutti i sistemi inerziali.

## 1.3 La Relatività Speciale e il 2° postulato (un'ipotesi imbarazzante).

Sebbene le impostazioni siano diverse da quelle sopra indicate, si ritiene utile richiamare l'articolo *Tempo Relativo e Simultaneità Assoluta* del Prof. Franco Selleri [5], in cui si mette in discussione il 2° postulato. Si riportano alcuni passaggi in cui si coglie l'imbarazzo nei confronti di tale postulato e di conseguenza delle TL e della TdR.

Dal paragrafo 2. " ... *Il totale relativismo di cui la teoria sembrerebbe portatrice è un'illusione. Insomma non tutto è relativo nella relatività: essa contiene anche qualcosa che relativo non è,*

qualcosa di assoluto! Come scriveva il fisico Helbert Dingle: “Dovrebbe essere ovvio che se c'è un effetto assoluto che è funzione della velocità, allora la stessa velocità deve essere assoluta. Nessuna manipolazione di formule e nessun concepimento di ingegnosi esperimenti può alterare questo semplice fatto.”[6].

Dal paragrafo 3. “... Una domanda che sembra legittima è: “Ma cosa succede realmente al regolo, qual'è la sua vera lunghezza?” La risposta relativistica è che la domanda non ha alcun senso e che i punti di vista di tutti i diversi osservatori  $\mathcal{O}_1, \mathcal{O}_2, \dots, \mathcal{O}_n$  sono egualmente, anche se limitatamente, validi. È la filosofia del relativismo e del soggettivismo che si afferma in fisica per le tipiche constatazioni degli osservatori in moto. – Ehrenfest sentì molto acutamente l'esistenza di questo genere di problemi. La teoria di relatività speciale basata sulla negazione dell'etere richiede la completa equivalenza degli osservatori in moto relativo uniforme, perché non c'è ragione che siano inequivalenti, dato che si muovono rispetto al nulla. Tuttavia se si adotta il principio d'equivalenza che Einstein formulò nel 1916 e su cui basò la teoria di relatività generale, si conclude che l'inerzia ha la sua origine negli effetti gravitazionali delle masse lontane, effetti mediati da campi fisici presenti nello spazio vuoto. Ma la parola etere e la parola campo indicano all'incirca la stessa cosa, un vuoto dotato di proprietà fisiche. Questa contraddizione angustiava Ehrenfest che nel 1919 scrisse ad Einstein: “Ora non si può più dire che si muovono rispetto al nulla, perché si muovono rispetto a un enorme qualcosa! ... Einstein, il mio stomaco disturbato odia la tua teoria – quasi odia anche te! Come posso educare i miei studenti? E cosa posso rispondere ai filosofi?!”[7]

Dal paragrafo 4. “... D'altra parte egli (Einstein) dimostrò in più occasioni di avere ben chiaro il carattere convenzionale del postulato di invarianza della velocità della luce, ad esempio nel 1916 scrivendo a proposito del punto mediano M di un segmento AB gli estremi del quale sono colpiti “simultaneamente” da due fulmini: “**Il fatto che la luce impieghi lo stesso tempo per percorrere AM e BM è solo una convenzione** arbitrariamente stabilita per ottenere una definizione di simultaneità, e **non un'ipotesi sulla natura della luce sotto l'aspetto fisico.**” [8] ... Ovviamente se una affermazione scientifica è vera non si può che accettarla, ma se è solo convenzionale diventa invece interessante la ricerca di alternative basate su convenzioni diverse da quella normalmente usata. In particolare, se la costanza della velocità della luce è una pura convenzione priva di base empirica deve essere legittimo studiare teorie in cui tale costanza non vale. Ma nel fare questo si violerà anche il principio di relatività, almeno nella sua accezione forte, quella usata per dedurre le trasformazioni di Lorentz. Questo può solo significare che lo stesso principio di relatività è almeno in gran parte un'utile convenzione umana e non un fatto della natura. Infatti una “verità” riconosciuta come convenzionale (la costanza della velocità della luce) non potrebbe essere conseguenza necessaria del principio di relatività se questo fosse una proprietà oggettiva della natura. Premesse oggettive possono solo portare a conseguenze altrettanto oggettive!”

Dal paragrafo 5. “... Questo fatto dà una chiara prevalenza alle trasformazioni inerziali rispetto a quelle di Lorentz. E' la natura stessa che sembra scegliere le trasformazioni inerziali per descrivere le proprietà fisiche di sistemi inerziali concretamente esistenti. D'altra parte esistono anche altri fenomeni che danno nette indicazioni dello stesso tipo, ad esempio l'effetto Sagnac sul quale non possiamo fermarci per ragioni di spazio. Queste considerazioni fanno ormai vedere con chiarezza il punto d'arrivo, una nuova teoria in cui il rallentamento degli orologi non è più relativo ma dipendente soltanto dalla velocità rispetto ad un sistema privilegiato. Questo fa sparire tutti i paradossi del relativismo. Viene poi recuperata la simultaneità assoluta: tutti gli osservatori inerziali hanno lo stesso presente. Infine l'esistenza del vuoto dotato di proprietà fisiche concrete diventa pienamente

*accettabile. Naturalmente un problema è anche quello di verificare sperimentalmente questa teoria, ma in un certo senso la verifica è già stata fatta dalla natura almeno nel caso dell'effetto Sagnac."*

Si ritiene inoltre interessante rilevare le seguenti (a parere dello scrivente) contraddizioni:

1. Consideriamo due particelle A e B aventi la stessa età in avvicinamento con velocità relativistica  $v$ . Quando sono vicinissime si può ipotizzare che:  
caso 1. Sia la particella A a frenare e fermarsi accanto alla particella B;  
caso 2. Sia la particella B a frenare e fermarsi accanto alla particella A.  
Per la TdR nel caso 1 è la particella A a rimanere giovane in quanto la B è rimasta ferma; nel caso 2 è la particella B a rimanere giovane in quanto la A è rimasta ferma. Per la TdR entrambi i casi sono possibili, per cui si deve concludere che sia stata la variazione di velocità a far rimanere giovane una particella rispetto all'altra. In disaccordo con quanto sopra la stessa TdR, ritiene che a far rimanere giovane sia il tempo trascorso dalla particella a viaggiare a una velocità maggiore rispetto all'altra.
2. Se per un verso la Teoria della Relatività considera i sistemi di riferimento tutti uguali, dall'altro il 2° postulato ipotizza la velocità della luce uguale per tutti i sistemi di riferimento. Cioè la luce si ritiene una entità unica per tutti i sistemi. Considerando allora la luce come un sistema particolare dobbiamo dedurre che la TdR (basandosi sul 2° postulato) contenga una contraddizione. In sostanza la TdR può esprimersi con la frase: "*Tutti i sistemi di riferimento sono uguali in quanto fanno tutti riferimento al sistema luce*". Tale frase si ritiene contenga una contraddizione, essa è del tipo: "*Io dico sempre bugie*". Se riflettiamo su tale frase ci accorgiamo che essa non può essere considerata *vera* ma nemmeno *falsa*, essa infatti contiene una "contraddizione" cioè risulta indecidibile (indeterminabile). Consideriamo il 1° Teorema di incompletezza di Gödel: "*Una teoria è incompleta se non riesce a dimostrare una formula indecidibile*", la TdR basandosi sulla frase indecidibile sopra riportata risulta completa. Considerato adesso il 2° teorema di incompletezza di Gödel: "*Nessun teoria coerente (essendo incompleta) può dimostrare la sua stessa coerenza*". Per tale teorema allora la Teoria della Relatività risulta completa in quanto contiene il 2° postulato e, poiché lo considera vero, è anche incoerente. Per quanto sopra detto la TdR non si ritiene dimostrabile né confutabile in quanto indecidibile e incoerente.
3. Una contraddizione si coglie, altresì, tra la *Teoria della Relatività* (TdR) e la *Relatività Generale* (RG). Il principio di equivalenza tra *massa gravitazione e massa inerziale* richiede una definizione concreta di massa inerziale che non può essere identificata con la *massa a riposo* della TdR. Quest'ultima infatti dipendente dal sistema di riferimento scelto. Ad oggi la massa a riposo è sostituita con "... la *massa invariante* a ogni velocità  $v < c$  (e coincide numericamente con la massa a riposo." [9]. Ma se tale massa è invariante non dovrebbe essere valida per tutte le velocità? La Teoria della RG, con la geometrizzazione del campo gravitazionale richiede, a mio parere, l'esistenza di una massa inerziale non ambigua.

#### 1.4 Le Trasformazioni Inerziali.

Come si è detto, l'applicazione del 2° postulato nelle TL non è stata una scelta necessaria ma di comodo, per cui diverse possono essere le Trasformazioni che non applicano il 2° postulato. Tra

esse quella particolarmente interessante e la Trasformazione Inerziale [10], che considera un sistema di riferimento assoluto in cui la luce risulta isotropa, cioè con velocità uguale in tutte le direzioni (per cui l'effetto Doppler è nullo) e dove il tempo e lo spazio sono assoluti. Vedremo come, utilizzando l'esperimento di Michelson e Morley, è possibile ricavare in maniera elementare trasformazioni analoghe a quelle Inerziali.

## 2. L'invarianza della velocità della Luce e i corpi in movimento

Per interpretare l'esperimento di Michelson e Morley utilizziamo le seguenti **proprietà della luce**:

1. La velocità della luce non dipende dalla velocità della sorgente [11];
2. Per ogni SRI la luce nei percorsi chiusi (di andata e ritorno) ha una velocità costante in tutte le direzioni [12].

La 1<sup>a</sup> proprietà ha una profonda implicazione (come si è accennato) per le trasformazioni galileiane. Galilei si rese conto che all'interno di un sistema in moto con velocità costante non è possibile rilevare la velocità del sistema, da ciò dedusse che le leggi fisiche sono uguali per tutti i sistemi con velocità costante (inerziali). Ciò risulta vero per tutti i fenomeni meccanici tranne per la luce. Essa, infatti, non viene trascinata dal sistema dentro cui si trova, in quanto la sua velocità, come scoperto da Maxwell, è costante. Tale proprietà della luce si ritiene possa essere utilizzata per determinare la velocità "assoluta" del sistema.

Definite le proprietà della luce è necessario fare una distinzione dei fenomeni in base:

- al numero di Sistemi di Riferimento Inerziali 1 o 2;
- al percorso effettuato dalla luce: di solo andata o di andata e ritorno.

### 2.1 Un sistema di riferimento speciale: Il Sistema Luce.

Consideriamo più corpi (sistemi) con velocità diverse e supponiamo che in un dato istante si trovino nello stesso punto. Se da tale punto ciascun sistema emette dei raggi (lampi) di luce, poiché *la velocità della luce non dipende dalle velocità delle sorgenti* (1<sup>a</sup> proprietà), questi raggi risulteranno indistinguibili per i sistemi in moto, ossia ciascun sistema vedrà i raggi tutti uguali. È possibile, allora, identificare questi raggi con un sistema, che possiamo chiamare per tale motivo *Sistema Luce*, il quale risulterà unico per tutti i sistemi.

Tale sistema può essere realizzato semplicemente emettendo lampi di luce in tutte le direzioni. Un sistema sarà solidale al Sistema Luce se la velocità della luce risulterà isotropa, cioè con velocità uguale in tutte le direzioni. È opportuno rilevare che per i sistemi in moto rispetto al suddetto Sistema la luce assume velocità diverse da  $c$ .

## 3. Spazio Tempo e velocità della Luce

### 3.1 Definizione di Spazio e Tempo.

Consideriamo le 2 proprietà della luce sopra riportate e ipotizziamo nulle le deformazioni del corpo nella direzione ortogonale al moto, per il sistema in moto possiamo definire:

1. il **tempo unitario** come il tempo impiegato dalla Luce a percorrere in andata e ritorno lo *spazio unitario* nella direzione ortogonale al moto;
2. lo **spazio unitario** lungo una direzione come lo spazio percorso in andata e ritorno dalla luce lungo tale direzione nel *tempo unitario*.

Tali definizioni saranno utilizzate nella *sfera in moto* per determinare, mediante lampi di luce, la sua deformazione al variare della velocità.

### 3.2 Determinazione dello Spazio e del Tempo assoluti con la luce. La Sfera in movimento.

L'esperimento della sfera in moto si può ritenere un esperimento di MM *generalizzato* in quanto possiamo immaginarlo costituito da infiniti bracci disposti in tutte le direzioni e dove vengono emessi lampi di luce in tutte le direzioni. Questi bracci naturalmente avranno una estremità in un centro comune e l'altra estremità su una circonferenza (o, se vogliamo, sulla superficie di una sfera) di raggio  $r$ .

Nel filmato [Sfera in moto](#) possono osservarsi dei raggi (lampi) di luce che partono dai centri della sfera nera ferma e della sfera rossa in moto e che dopo avere toccato le pareti tornano ai loro centri.

**Si evidenzia che** i raggi di luce:

**a)** ritornano al centro della sfera tutti nello stesso istante in quanto si contrae nella direzione del moto;

**b)** percorrono distanze uguali poiché partono da un fuoco dell'ellisse blu e arrivano all'altro fuoco;

**c)** si muovono dentro l'ellisse rossa;

**d)** non arrivano nello stesso istante alle pareti come nella sfera ferma;

**e)** i raggi di andata hanno direzioni diverse dai raggi di ritorno a causa del moto (*fenomeno di aberrazione*);

**f)** nell'istante in cui toccano l'ellisse blu toccano anche l'ellisse rossa.

Nella figura viene ripreso l'istante in cui un lampo di luce tocca le due ellissi nel punto  $P'$ .

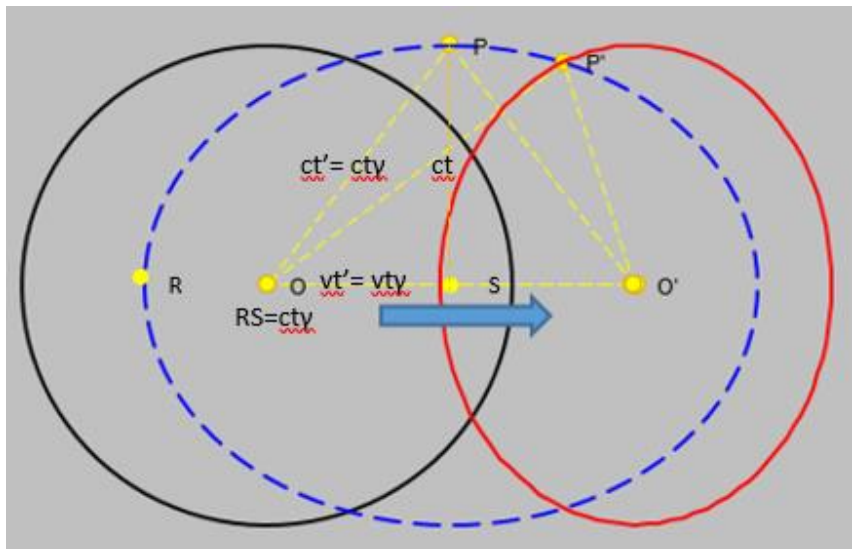
Se indichiamo con  $t = r/c$  ed  $L = c*t$  il tempo impiegato e lo spazio percorso dai raggi di luce nella sfera ferma, applicando il *teorema di Pitagora* al triangolo rettangolo OPS:  $PS^2 = OP^2 - OS^2$

$$(c*t)^2 = (c*t')^2 - (v*t')^2 \quad (1)$$

posto  $\gamma = (1-v^2/c^2)^{1/2}$  è possibile ricavare il tempo  $t'$  e lo spazio  $L'$  per la sfera in moto:

$$t' = t/\gamma \quad L' = L*\gamma \quad (1a)$$

Si fa rilevare che il coefficiente di deformazione  $\gamma$  del tempo  $t'$  e dello spazio  $L'$  è uguale a quello della TdR. Tuttavia, mentre nella TdR  $v$  costituisce la velocità relativa tra 2 sistemi in moto, qui costituisce la velocità della sfera rispetto al Sistema Luce. Per tale motivo tale velocità  $v$ , come lo spazio  $L'$  e il tempo  $T'$ , si ritengono reali.





Esaminiamo *triangolo rettangolo delle distanze* OPS, si osserva che:

- il cateto PS =  $c*t$  è la *distanza invariante* percorsa dalla luce nel tempo assoluto unitario t;
- il cateto OS =  $v*t'$  è la distanza percorsa dal sistema in moto con velocità v nel *tempo proprio* t';
- l'ipotenusa OP =  $c*t'$  è la distanza percorsa dalla luce nel *tempo proprio* t'.

La *distanza invariante*  $c*t$  è una distanza spaziale e corrisponde all'intervallo invariante relativistico che è invece una distanza spazio-temporale in cui le dimensioni di spazio e tempo variano secondo le TL.

L'esempio della sfera in moto, con le relazioni (1a), chiarisce quindi come lo *spazio* e il *tempo* dipendono esclusivamente dalla velocità del sistema e dalla velocità della luce. Si rileva che l'interazione tra particelle avviene con percorsi di andata e ritorno della luce, come se le particelle comunicassero fra loro mediante raccomandate a.r.

### 3.3 Trasformazioni Assolute e le Trasformazioni Inerziali

Riassumendo il rallentamento del tempo e la contrazione della lunghezza (nella direzione del moto) sono causate dal maggior tempo impiegato dalla luce a percorrere la sfera in movimento nelle due direzioni.

Le trasformazioni per passare dal sistema fermo (assoluto) al sistema in moto sono:

$$x' = (x-vt)*\gamma \quad y'=y \quad z'=z \quad t' = t/\gamma \quad (1)$$

in cui:  $\gamma=(1-v^2/c^2)^{1/2}$  x,y,z,t coordinate assolute, x',y',z',t' coordinate sistema in moto.

Tali trasformazioni si differiscono dalle *trasformazioni di Galileo* (TG) per la presenza del coefficiente  $\gamma$  nello spazio x' e nel tempo t'. Esse inoltre prendono come sistema di riferimento il sistema (assoluto) della luce, per cui possiamo chiamarle *Trasformazioni Assolute* TA.

Da esse si ottengono:

$$\Delta x' = \Delta x * \gamma \quad \Delta y' = \Delta y \quad \Delta z' = \Delta z \quad \Delta t' = \Delta t / \gamma \quad (2)$$

Le TA differiscono dalle TL, oltre che dalla scelta di prendere come riferimento il sistema assoluto, per l'assenza nel tempo t' della quota di tempo spaziale  $\Delta t = -v*x/c^2$  dovuta alla distanza x tra i 2 due sistemi che rende il tempo funzione dello spazio.

Si fa rilevare che se un sistema ha velocità nulla  $v=0$ :

- a) le *Trasformazioni Inerziali* TI coincidono con le TA;
- b) le deformazioni dello spazio e del tempo delle *Trasformazioni di Lorentz* coincidono con quelle delle TA mentre la simultaneità rimane relativa per la presenza nel tempo della quota spaziale.

Con le *Trasformazioni Assolute*, prendendo come riferimento Il Sistema Luce, è possibile definire la velocità, il tempo e lo spazio assoluti dei sistemi in moto.

Per le Trasformazioni Inerziali si rimanda alle note [13] e [14]

### 3.4 Interpretazione delle ellissi.

L'esperimento della sfera in movimento, oltre ad offrire una rappresentazione (che si ritiene) realistica della dilatazione del tempo e della contrazione del corpo, sembra dare la rappresentazione di altre grandezze fisiche.

Se si interpreta l'ellisse rossa come la dimensione del corpo e l'ellisse blu (in quanto riempita/percorsa dalla luce) come l'energia del corpo, per le 2 ellissi si possono dare le seguenti letture:

1. Per  $v = 0$ :  $Ellisse\ blu(E) = Ellisse\ rossa(E_0)$   $Energia\ totale(E) = Energia\ a\ riposo(E_0)$   
 I 2 raggi avendo velocità  $c$ , direzioni uguali ma versi di andata e ritorno opposti, formano *onde stazionarie* la cui energia stazionaria è pari alla loro energia cinetica:  $E_0 = E_c = 2*(\frac{1}{2} k*c^2)$  dove  $k$  ha le dimensioni di una massa (a riposo)  $k = m_0$ :  $E = E_0 = m_0c^2$ ;
2. Per  $v < c$ :  $Ellisse\ blu(E) > Ellisse\ rossa(E'_0)$   $Energia\ totale(E) > Energia\ a\ riposo(E'_0)$   
 con  $E = m_0c^2/\gamma$  ed  $E'_0 = m_0c^2\gamma$   $Energia\ cinetica\ E_c = E - E'_0 = m_0c^2/\gamma - m_0c^2*\gamma = m_0c^2(1/\gamma - \gamma) = m_0c^2(1 - \gamma^2)/\gamma = m_0v^2/\gamma$ . cioè  $E_c = m_0v^2/\gamma$ .
3. Per  $v = c$ :  $Ellisse\ blu(E)$  infinita  $Ellisse\ rossa(E'_0) = 0$   $E_{totale}(E) \propto E_{a\ riposo}(E'_0) = 0$   
 $E = m_0c^2/\gamma = \infty$   $E'_0 = m_0c^2\gamma = 0$   $E_{cinetica}\ E_c = m_0v^2/\gamma = m_0c^2/\gamma$ .

Secondo tale interpretazione con una velocità del corpo nulla l'energia totale è composta dall'energia a riposo (stazionaria). Con l'aumento della velocità l'energia totale è composta dall'energia a riposo del corpo (che va contraendosi) più l'energia cinetica che aumenta con l'espandersi dei raggi di luce all'infinito.

Poiché all'aumentare della velocità lo spazio va contraendosi fino ad annullarsi mentre il tempo va rallentando sino a fermarsi, il corpo dovrebbe perdere gradualmente la struttura di un corpo per assumere la struttura della luce.

Se si indica, altresì, con  $p = m_0v/\gamma$  la quantità di moto, si trova che  $E^2/c^2 - p^2 = m_0^2 c^4 / \gamma^2 - m_0^2 v^2 / \gamma^2 = m_0^2 c^4 * (1 - v^2/c^2) / (1 - v^2/c^2) = m_0^2 * c^4$  cioè:

$$(m_0c^2)^2 = E^2 - (pc)^2 \quad \text{ossia} \quad (m_0c^2)^2 = (m_0c^2/\gamma)^2 - (m_0vc/\gamma)^2 \quad (1)$$

La relazione (1) può definirsi il *triangolo delle energie* per il corpo in moto in cui  $E_0 = m_0c^2$  è l'invariante energia a riposo,  $E = m_0c^2/\gamma$  è l'energia totale e  $pc = m_0vc/\gamma$  l'energia cinetica.

Il triangolo delle energie, a meno dell'invariante  $m_0c/t$  è uguale al *triangolo delle distanze* OPS (parag. 3.2):

$$(c*t)^2 = (c*t')^2 - (v*t')^2 \quad (m_0c^2)^2 = (m_0c^2/\gamma)^2 - (m_0vc/\gamma)^2$$

La quantità  $m_0c/t$  è un invariante in quanto  $c$  è la velocità della luce mentre  $m_0$  e  $t$  sono la massa e il tempo a riposo.

Consideriamo adesso l'azione  $S$  (che esprime il lavoro integrato nell'intervallo di tempo dello spostamento) per il *principio di minima azione* essa deve essere minima. Espressa come prodotto (*Forza \* spazio \* tempo*)  $dS = F*s*dt'$ , posta  $F$  costante, per ogni istante  $dt'$  l'azione  $dS$  risulta minima lungo la direzione del moto in quanto (tenuto conto delle (2) delle 3.3) lo spazio  $s'$  lungo tale direzione ha la massima contrazione.

### 3.5 Sistema Terra approssimabile al Sistema Luce

Avendo ritenuto errato il 2° postulato (e con esso la TdR) è necessario spiegare per quale motivo la Teoria della Relatività ha ottenuto tante conferme sperimentali.

A riguardo occorre osservare che la TdR viene utilizzata nel nostro sistema Terra. Poiché si ritiene che il nostro pianeta abbia una velocità assoluta di circa 300 km/s (\*) tale velocità rispetto a quella della luce  $c = 300.000$  km/s si può ritenere trascurabile. Ossia il Sistema Terra si può approssimare al Sistema Luce.

Le deformazioni dello spazio e del tempo delle *Trasformazioni di Lorentz* (vedi paragrafo 3.3 lett.b) sono approssimabili a quelle delle *Trasformazioni Assolute* e possono ritenersi assolute, mentre rimane relativa la simultaneità tra gli eventi per la presenza nel tempo  $t'$  della quota spaziale  $xv/c^2$  (dovuta al 2° postulato).

Per quanto sopra detto si ritiene che la TdR (con le Trasformazioni di Lorentz) restituisca una misura abbastanza *reale* (e non *relativa*) della dilatazione del tempo, della contrazione delle lunghezze, della velocità delle stelle e delle galassie, ... mentre resterebbero invariati tutti i suoi paradossi.

(\*) velocità calcolata rispetto alla radiazione cosmica di fondo, dove si è osservato un debole ma evidente effetto Doppler

### 3.6 L'informazione come unità di misura di Spazio e Tempo

Preso atto che la velocità della luce è invariante (costante), che le informazioni all'interno dei sistemi si trasmettono alla velocità della luce e tenuto conto di quanto detto sulle deformazioni di spazio e di tempo, e sull'energia, per i Sistemi in moto possiamo dare le seguenti interpretazioni:

- Il **Tempo** proprio in un sistema è la velocità con cui vengono scambiate le informazioni (al suo interno);
- Lo **Spazio** in un sistema permette lo scambio di informazioni in tutte le direzioni nello stesso tempo;
- L'**Energia** di un sistema è la quantità di energia necessaria per scambiarsi una informazione;
- Le **Leggi** della natura sono **invarianti** per tutti i sistemi che hanno come riferimento il Sistema luce.

Se si restituisce alla luce il ruolo di attore principale, prendendo il sistema Luce come riferimento assoluto, tutti gli altri attori (il tempo e lo spazio) vengono assumere il loro effettivo ruolo e la natura sembra rivelarsi chiara e senza paradossi:

- Tutti i sistemi inerziali vengono "misurati" nel *tempo* e nello *spazio* tramite la velocità della luce.
- Vengono recuperati il Tempo assoluto e lo Spazio assoluto.
- Il rallentamento del tempo e la contrazione dello spazio sono reali e dipendenti dalla velocità del sistema.
- Al vuoto viene riconosciuta la proprietà di scambiare informazioni.

Con la nuova teoria si può riassumere che: la luce, quale messaggero di informazione, determina il ritmo del tempo e la dimensione dello spazio dei corpi in funzione della loro velocità. Che cosa è il tempo se non la variazione di uno stato a seguito di una informazione?

Considerato quanto detto la Teoria spiega tutti i fenomeni "relativistici" in modo analogo e con lo stesso ordine di precisione della TdR, ma con una interpretazione reale della deformazione dello spazio e del tempo, quindi priva dei paradossi della relatività. Inoltre interpreta senza contraddizioni altri fenomeni come l'effetto Sagnac, dove la TdR ha trovato difficoltà.

## 4. Calcolo della velocità assoluta di un sistema inerziale

### 4.1 Percorsi UNIDIREZIONALI della Luce.

Fino adesso abbiamo considerato la velocità (assoluta) dei sistemi in quanto riferiti al Sistema Luce. È necessario a questo punto determinare tale velocità.

L'esperimento di MM, sebbene utilizzi un solo SRI, non è idoneo per determinare la velocità del sistema in quanto i tempi di percorrenza dei 2 raggi, compiendo percorsi di andata e ritorno, si compensano e arrivano contemporaneamente. Per trovare una differenza di tempi nei 2 raggi si ritiene che occorrono fenomeni con percorsi dei raggi unidirezionali. Due di essi sono *l'esperimento di Sagnac*, e *l'aberrazione cinematica* della luce.

### 4.2 L'esperimento di Sagnac [15]

È un Sistema costituito da un disco in rotazione con velocità  $\omega$ , di raggio  $R$  e due raggi di luce che percorrono i bordi del disco in senso opposto. I raggi partono da un punto  $A$  del bordo del disco e arrivano al punto  $B$  diametralmente opposto ad  $A$ . Se il disco è fermo ( $\omega = 0$ ) i raggi arrivano in  $B$  entrambi dopo un tempo  $t = \pi R/c$ . Se il disco ruota i tempi impiegati dai 2 raggi sono:

$$t_1 = \pi R / (c + R\omega) \quad (1a) \quad \text{per quello che va incontro a B;}$$

$$t_2 = \pi R / (c - R\omega) \quad (1b) \quad \text{per l'altro che rincorre B da cui}$$

$$t_1 - t_2 = \Delta t = \frac{2\pi R^2 \omega}{c^2 - R^2 \omega^2} \approx$$

$$\frac{2\pi R^2 \omega}{c^2} \quad (2) \quad \omega = \Delta t \frac{c^2}{2\pi R^2} \quad (3)$$

È evidente che la velocità dei 2 raggi di luce viene considerata indipendente dal moto della sorgente-disco.

Il suddetto esperimento ha un solo sistema: il disco, per cui non possono essere applicate le TL ossia la Relatività.

L'esperimento, come calcolato sopra, è un banale fenomeno di fisica classica. La differenza dei tempi di percorrenza dei 2 raggi (effetto Sagnac) dimostra che la velocità della luce è diversa nelle due direzioni e che l'ipotesi del 2° postulato (velocità della luce costante in tutte le direzioni) è errata. I relativisti tuttavia obiettano che il sistema disco in rotazione non costituisca un sistema di riferimento inerziale (SRI) e che l'esperimento suddetto possa essere spiegato con la RS o la RG (spiegazioni che risultano non prive di contraddizioni) [16] e [17].

#### 4.2.1 Effetto Sagnac e rotazione assoluta

L'effetto Sagnac, non è un fenomeno apparente ma trova applicazioni pratiche nel giroscopio laser per determinare la rotazione di un velivolo (aereo, nave, ...) nello spazio (L'utilizzo di 3 giroscopi nei 3 assi ortogonali permette di individuare la rotazione nello spazio della navicella). Viene utilizzato per correggere la sincronizzazione degli orologi dei GPS. Le onde radio che si scambiano i satelliti quando viaggiano in senso opposto, a causa della rotazione terrestre, devono infatti tener conto di tale effetto per sincronizzare gli orologi.

Consideriamo 2 sistemi dotati di giroscopi laser (dischi di Sagnac) Ciascuno di essi, senza alcun riferimento con l'esterno, sono in grado di determinare la loro rotazione assoluta facendo riferimento entrambi ad un unico sistema fisso il Sistema Luce.

#### 4.2.2 Effetto Sagnac e velocità assoluta

Consideriamo un disco di Sagnac di raggio R molto grande e una piccola asta L di centro B ed estremi AC solidale e tangente al disco (*vedi figura in basso*). Con velocità di rotazione  $\omega$  piccola e per un piccolo intervallo di tempo dt, il moto dell'asta può approssimarsi ad un moto rettilineo uniforme con velocità  $v = \omega * R$ .

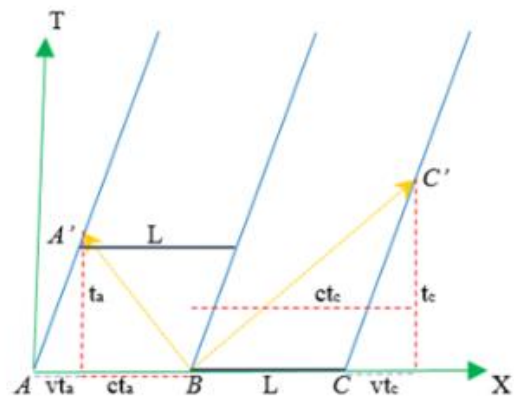
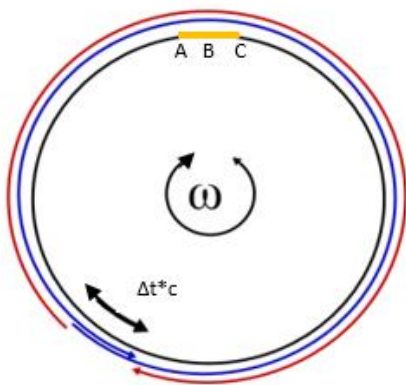
Cioè l'asta può approssimarsi ad un SI. I tempi impiegati dai 2 raggi per arrivare agli estremi A e B sono:

$$t_A = L/(c+v) \quad t_C = L/(c-v) \quad \rightarrow \quad \Delta t_{AC} = 2Lv / (c^2 - v^2) \approx 2L*v/c^2 \quad (3)$$

da cui la velocità v dell'asta:  $v \approx c^2 * \Delta t_{AC} / 2L$  [2] (4).

Per misurare i tempi di arrivo dei 2 raggi in A e C si potranno sincronizzare 2 orologi in B e trasportarli in A e C con la stessa velocità, così da subire entrambi uguali dilatazioni temporali.

Si rileva che, se si pone  $L = 2 \pi R$  e  $v = \omega R$ , le (3) e (4) sono uguali alle (1a) e (1b) del disco di Sagnac



$$\Delta t_s = 2\pi R^2 \omega / (c - R\omega) - 2\pi R / (c + R\omega) = 2\pi R^2 \omega / (c^2 - (R\omega)^2) \quad \Delta t = t_C - t_A = L/(c-v) - L/(c+v) = 2*L*v / (c^2 - v^2)$$

Un disco di Sagnac molto grande con una velocità di rotazione molto piccola permetterebbe, quindi, di determinare la velocità v del sistema rispetto alla luce. La natura stessa ci fornisce un grande disco di Sagnac: la Terra in rotazione. Poiché la rotazione avviene attorno ai poli, l'asta AC dovrà disporsi lungo una parallela della Terra. Tuttavia anche all'equatore la velocità lineare della Terra  $v \approx 0,45$  km/s risulta trascurabile.

Se consideriamo invece la sua velocità assoluta  $v = 300$  km/s, con  $L = 1$  km e  $c = 300.000$  km/s dalla relazione  $\Delta t = 2*L*v/c^2$  si dovrebbe misurare tra i 2 orologi la differenza temporale  $\Delta t \approx 0,7*10^{-8}$  sec. (\*)

(\*) Nel caso in cui la velocità v fosse relativistica occorrerà determinare la contrazione dell'asta. In tal caso in prima approssimazione porremo L senza contrazione L (0). In seconda approssimazione nota v ricaviamo la lunghezza L' contratta. Per iterazioni successive ricaviamo quindi la velocità:

$$v \approx c^2 * \Delta t_A / 2L\gamma \quad \text{mentre i tempi diventano:}$$

$$t_A = L\gamma / (c+v) \quad \text{e} \quad t_C = L\gamma / (c-v) \quad \text{da cui si può ricavare: } t_A/t_C = (c-v) / (c+v).$$

**Velocità e rotazioni assolute.** Sistemi di riferimento inerziali dotati di strumenti di Sagnac lineari (molto grandi), indipendentemente l'uno dall'altro, senza alcun riferimento con l'esterno, sarebbero in grado di determinare tramite la 4.2.2 la velocità di traslazione  $v \approx \Delta t_{AC} c^2 / 2L$ . Con 3 giroscopi laser e 3 strumenti *Sagnac lineari* sarebbe possibile determinare la rotazione e la velocità della navicella rispetto al Sistema Luce.

### 4.3. Aberrazione cinematica

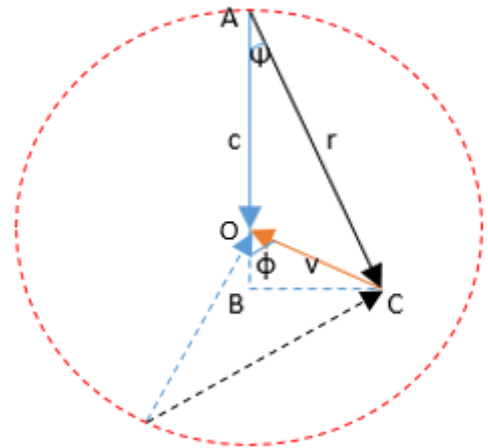
Il fenomeno dell'aberrazione si verifica sia con la pioggia che con la luce ma è più evidente con la pioggia.

Se, da fermi, la pioggia cade verticalmente con velocità  $c$  muovendoci con velocità  $v$  le gocce ci colpiscono con una inclinazione (angolo di aberrazione)  $\Psi \approx v/c$  e con una velocità  $r = c \cdot (1 + v^2/c^2)^{1/2}$ . In generale noto l'angolo  $\Phi$  compreso tra le velocità  $c$  e  $v$  è possibile ricavare la velocità risultante  $r$ . A tale scopo si fa variare l'angolo  $\Phi$  facendo ruotare la velocità  $c$  attorno ad  $O$ . Si ottiene così un cerchio di centro  $O$  e raggio  $c$  che chiamiamo cerchio di aberrazione (vedi figura). Da esso si può ricavare l'angolo  $\Psi$  e la velocità risultante  $r$  funzione di  $\Phi$ .

$$\tan\Psi = BC/AB = v \cdot \sin\Phi / (c + v \cdot \cos\Phi) \quad (1)$$

$$|r| = ((c + v \cdot \cos\Phi)^2 + (v \cdot \sin\Phi)^2)^{1/2} \quad (2)$$

Qualora si potesse viaggiare a una velocità paragonabile a quella della luce, i raggi di luce ci arriverebbero tanto più inclinati e fitti quanto più alta sarebbe la nostra velocità. Questo effetto viene definito *aberrazione stellare*. Per velocità relativistiche occorre tenere conto della contrazione relativistica che vedremo di seguito.



#### 4.3.1 Aberrazione e calcolo della velocità assoluta

Supponiamo di non conoscere la propria velocità e di trovarci nell'istante iniziale nel punto  $O$ . Se da tale punto si emettono dei lampi di luce in tutte le direzioni dopo il tempo unitario essi si troveranno sulla circonferenza di centro  $O$  e raggio unitario  $c$  mentre noi ci troveremo in un punto  $C$  sconosciuto (vedi figura). Se osserviamo la suddetta circonferenza si rileva che è sufficiente conoscere 2 angoli  $\Psi$  per trovare tale punto  $C$ , essendo intersezioni di 2 direzioni  $r$ .

Per il calcolo della velocità  $v$  si può posizionare il braccio lungo una direzione, ad esempio  $OA$ , e fare partire da  $O$  il lampo di luce nella direzione  $OA$ . Tale lampo di luce non essendo trascinato dal moto del sistema percorrerà il tratto  $OA$ , in braccio invece traslerà parallelamente con l'origine da  $A$  in  $C$ . Il lampo visto dall'osservatore in moto a causa per l'aberrazione avrà la direzione  $AC$  e formerà con il braccio un angolo di aberrazione  $\Psi$  che possiamo misurare trovando la direzione di  $r$ . Ripetendo il procedimento con un'altra direzione  $OA'$  otteniamo un altro angolo  $\Psi'$  e un'altra direzione  $r'$ . L'intersezione delle 2 direzioni  $r$  ed  $r'$  ci dà il punto  $C$  cercato, quindi la nostra velocità  $v = OC$ .

Osserviamo che tale procedimento si differenzia dall'aberrazione stellare, dove il cannocchiale, per far arrivare i raggi di luce all'oculare, deve essere inclinato a causa del movimento della Terra rispetto

alla direzione dei raggi di luce. Con questo procedimento, invece, si sceglie la direzione dei raggi che nell'esempio è OA. Essi effettuano il percorso inverso (rispetto all'aberrazione stellare) in quanto partono da O (corrispondente all'oculare) ed escono dall'obiettivo che deve risultare inclinato dell'angolo di aberrazione cercato. Avendo infatti riferito il nostro sistema al raggio di luce, tale angolo restituisce la velocità assoluta del sistema.

### 4.3.2. Ellisse di aberrazione relativistica

Consideriamo il cerchio fermo (in nero) solidale col Sistema Luce, i raggi di andata e ritorno coincidono essendo l'aberrazione nulla. Se il cerchio è in moto  $v$  (ellisse rossa) i raggi di andata e ritorno OP e PO' a causa del moto hanno direzioni diverse (aberrazione). Il lampo in andata che percorre OP per l'osservatore fermo corrisponde al lampo in andata che percorre SP per l'osservatore in moto. (Analogamente il lampo di ritorno PO' per l'osservatore fermo corrisponde al lampo di ritorno PS per l'osservatore in moto. <sup>(\*)</sup> Dall'ellisse di aberrazione blu per ogni direzione OP' si possono trovare gli angolo di aberrazione OP'S.

Si fa notare che per qualsiasi punto P' il lato opposto ad OP'S è:  $OS = vt * \gamma$ , dove  $\gamma = 1/(1-v^2/c^2)^{1/2}$

Ossia il *cerchio di aberrazione* si dilata lungo la direzione del moto e assume la forma di una ellisse, quindi dalla (1) si ha:

$$\tan \Psi' = v * \gamma \sin \Phi / (c + v * \cos \Phi) \quad (1a)$$

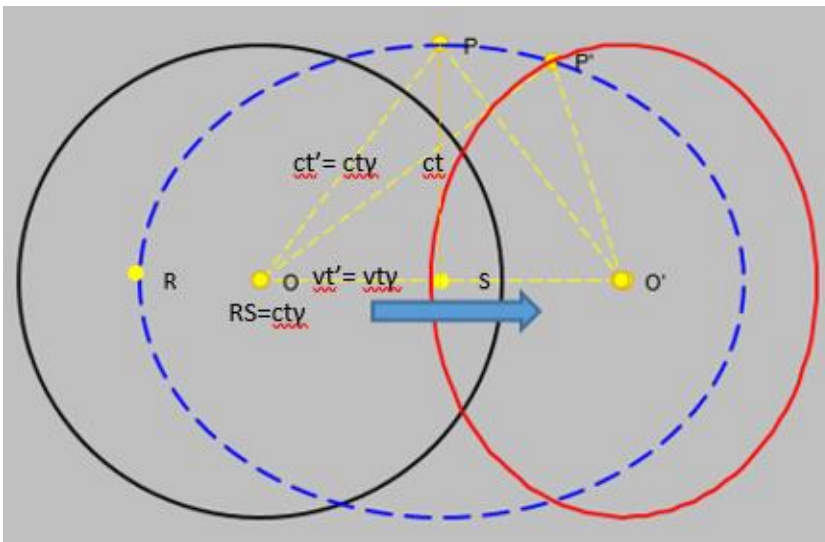
Dalla (1a) per  $\Phi = 90^\circ$  si ha  $\tan \Psi' = v * \gamma / c$  che dà l'angolo corretto OPS.

L'angolo di aberrazione non dipende dal moto delle stelle (proprietà 1) ma solo dalla velocità dell'osservatore in quanto la velocità  $c$  della luce emessa dalle stelle è costante. Osservando il denominatore della (1a):

$c + v * \cos \Phi$ , si può ritenere che esso sia la velocità della luce dovrebbe percepire l'osservatore in moto nelle varie direzioni.

Cioè si ritenere che l'ellisse di aberrazione sia la prova dell'esistenza di un sistema di riferimento privilegiato.

Per spiegare l'aberrazione relativistica possiamo osservare il filmato [Ellisse di aberrazione](#). In esso la condizione data è che i percorsi di andata e ritorno dei



raggi di luce dal centro alle pareti siano uguali.

Si osserva che per l'osservatore solidale con il sistema luce (sistema fermo) i punti di contatto tra i raggi di luce (che partono dal centro) e le pareti della sfera in moto (contratta lungo la direzione del moto) costituiscono l'ellisse di aberrazione (ellisse blu).

Nella **sfera in moto** (in rosso e contratta lungo la direzione del moto) i raggi di luce partono dall'origine O (0;0), toccano le pareti della suddetta sfera in istanti diversi e arrivano al centro O' contemporaneamente dopo un tempo:

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

In tale intervallo di tempo il centro O si sposta in O' di  $\underline{OO'} = 2v \cdot t' = 2vt \cdot \gamma$ , mentre i raggi percorrono nel tempo  $2t' = 2t \cdot \gamma$  tutti lo stesso spazio  $OPO' = 2ct \cdot \gamma$ . I punti di contatto P<sub>i</sub> tra i raggi e la sfera in moto descrivono l'**ellisse blu** avente fuochi O e O', semiasse maggiore RS =  $ct \cdot \gamma$  e semiasse minore r = ct. Posto PS = ct = 1:

- $OS = OO'/2 = vt \cdot \gamma = \beta \cdot \gamma$ ,
- $RO = RS - OS = (c-v)t \cdot \gamma = ct \cdot (1-\beta) \cdot \gamma = (1-\beta) \cdot \gamma$  (2a)
- $RO' = RS + OS = (c+v)t \cdot \gamma = ct \cdot (1+\beta) \cdot \gamma = (1+\beta) \cdot \gamma$ . (2b)

(\*) Si fa notare che in generale gli angoli di aberrazione per i lampi in andata non sono uguali agli angoli di aberrazione per i lampi di ritorno:  $OP'S \neq SP'O'$ . Nell'aberrazione stellare, poiché i raggi arrivano all'osservatore questi corrispondono ai lampi di ritorno. Ad esempio i lampi aventi direzione P'O' vengono visti arrivare dall'osservatore in moto con direzione P'S.

### 4.3.3 Effetto Sagnac e Aberrazione – percorsi unidirezionali della Luce

Se dell'ellisse di aberrazione dividiamo membro a membro le distanze lungo la direzione del moto:  $RO/RO' = (c-v)/(c+v)$  e dividiamo i tempi impiegati dai raggi per l'asta L in moto (v. paragrafo 4.2.2):  $t_A/t_C = (c-v)/(c+v)$  si ricava la relazione  $RO'/RO = t_A/t_C = c \cdot t_A / c \cdot t_C$ . Ossia i bracci dell'ellisse RO' ed RO sono proporzionali alle distanze AB e BC dell'asta L percorse dai raggi.

Cioè l'aberrazione cinematica, l'asta in moto e il disco di Sagnac sono fenomeno costituiti da sistemi in moto in cui i lampi di luce effettuano percorsi unidirezionali. Di questi tre fenomeni solo l'effetto Sagnac ha avuto una conferma sperimentale e applicazione, ma è ragionevole ritenere plausibili anche gli altri 2 fenomeni.

Per tali sistemi la velocità della luce varia con l'angolo di aberrazione con un massimo di c+v e un minimo c-v, ciò in contraddizione col 2° postulato.

Per i tre fenomeni occorre distinguere i percorsi di partenza o di arrivo dei raggi:

- *Nell'asta in moto e nel disco in rotazione partono dal sistema in moto (il centro B dell'asta);*
- *Nell'ellisse di aberrazione partono dalle stelle e arrivano al sistema.*

### 4.4 L'effetto Doppler

Consideriamo l'aberrazione della luce (prodotta **dall'inclinazione della risultante della velocità della luce e del sistema**  $v_a$ ) e l'effetto Doppler (**prodotto dalla variazione della distanza tra sorgente e osservatore**  $v_d$ ).

Le formule dell'aberrazione risultano uguali a quelle dell'effetto Doppler, basta sostituire alla distanze/velocità *osservatore-luce* dell'aberrazione la distanza/velocità tra *osservatore-sorgente* nell'effetto Doppler; ossia le distanze PS, RO ed RO' dell'aberrazione con le frequenze propria  $\nu_0$ ,  $\nu_+$  e  $\nu_-$  dell'effetto Doppler.

Infatti considerato  $\gamma = 1/(1-v^2/c^2)^{1/2}$ , PS = ct e  $\beta = v_a/c$  per l'aberrazione si ha:

$$RO = (1-\beta) \cdot \gamma \cdot ct = (1-\beta) \cdot \gamma \cdot PS = ((1+\beta)/(1-\beta))^{1/2} \cdot PS \rightarrow PS = ((1-\beta)/(1+\beta))^{1/2} \cdot RO \quad (3a)$$

$$RO' = (1+\beta) \cdot \gamma \cdot ct = (1+\beta) \cdot \gamma \cdot PS = ((1-\beta)/(1+\beta))^{1/2} \cdot PS \rightarrow PS = ((1+\beta)/(1-\beta))^{1/2} \cdot RO' \quad (3b)$$

mentre per l'effetto Doppler con  $\beta = v_d/c$  [18]:



$$v_0 = ((1-\beta)/(1+\beta))^{1/2} * v_+ \quad (4a)$$

$$v_0 = ((1+\beta)/(1-\beta))^{1/2} * v_- \quad (4b)$$

Considerato che:  $RO = (1-v/c) * \gamma * ct$  ed  $RO' = (1+v/c) * \gamma * ct$  sono le distanze di un fuoco dal punto più vicino (perielio) e più lontano (afelio) dell'ellisse di aberrazione, per un punto generico dell'ellisse la sua distanza dal fuoco è:  $OP' = (1-v/c * \cos\vartheta) * \gamma * ct$  indicato  $PS = ct$ :

$$OP' = (1-v/c * \cos\vartheta) * \gamma / PS \quad (5a)$$

che corrisponde con l'effetto Doppler nella generica direzione  $\vartheta$ :

$$v_0 = (1-v/c * \cos\vartheta) * \gamma / v \quad (5b) \quad [19]$$

Si osserva che nell'aberrazione la velocità  $v_a$  *osservatore-luce* può considerarsi assoluta in quanto considera come riferimento la luce. Nell'effetto Doppler invece la velocità  $v_d$  rappresenta il moto del sistema *osservatore-sorgente*. Per cui la variazione della frequenza (effetto Doppler) è nulla se *osservatore e sorgente* sono solidali  $v_d = 0$  (hanno la stessa velocità).

Se ipotizziamo il nostro Sistema Terra con velocità assoluta nulla (paragrafo 3.5) la velocità di allontanamento/avvicinamento della sorgente dalla Terra  $v_d$  può considerarsi assoluta cioè reale, per cui la variazione di frequenza (5b) restituisce la velocità assoluta della sorgente (stelle, pianeti, ...).

In entrambi i fenomeni comunque viene considerata la somma delle velocità:  $c$  con  $v_a$  e  $c$  con  $v_d$  per cui la luce per l'osservatore può assumere valori compresi tra  $c-v$  e  $c+v$ .

Pertanto l'angolo di aberrazione dei raggi di luce e l'effetto Doppler non costituiscono lo stesso fenomeno. La deviazione della direzione della luce e la variazione di frequenza comunque costituiscono (a parere dello scrivente) la prova che per l'osservatore in moto la velocità della luce è diversa dal valore  $c$ . La velocità della luce per essere deviata, infatti, deve essere sommata ad una quantità che la fa variare non solo nella direzione (aberrazione) ma anche nel modulo (frequenza).

Nonostante quanto sopra detto si ipotizza che, per il 2° postulato della TdR, la velocità della luce percepita dall'osservatore in moto debba essere costante.

Riassumendo ritengo che tutti i fenomeni con percorsi della luce lungo una direzione dimostrano, in disaccordo col 2° postulato, che l'osservatore in moto veda mediante l'aberrazione e l'effetto Doppler una velocità della luce diversa da  $c$ .

## Conclusioni

Lo studio sulla propagazione delle onde elettromagnetiche è stato effettuato facendo riferimento ad un mezzo in quiete: l'etere. Da tale studio si è ottenuta una velocità della luce costante e dipendente dalle costanti del mezzo in cui si propaga.

La scoperta della costanza della velocità della luce ha, tuttavia, infranto l'intuizione di Galileo secondo cui le leggi della fisica sono valide per tutti i sistemi inerziali. I fenomeni elettromagnetici infatti costituiscono un'asimmetria per le Trasformazioni di Galileo.

Il primo a rendersi conto, già nel 1889, di tale asimmetria è Heaviside che ha scoperto la variazione del campo elettrico dovuto al moto di una carica in movimento proprio secondo il fattore relativistico  $\gamma$ .

Con le Trasformazioni di Lorentz Einstein diciamo che generalizza le trasformazioni di Galileo, tuttavia in tali Trasformazioni viene scelta per motivi di semplicità, e non in quanto reale, l'ipotesi dell'invarianza della velocità della luce per tutti i sistemi.

È stato evidenziato da vari fisici che se viene cambiata tale ipotesi si possono creare altre teorie relativistiche, tra le quali in particolare, con una specifica procedura di sincronizzazione degli orologi, la "Teoria della Relatività Inerziale". Essa pur sembrando equivalente alla TRS nella spiegazione dei fatti sperimentali ne differisce sul piano concettuale in quanto recupera il concetto di simultaneità assoluta e di "etere di Lorentz"...

Queste differenze danno una chiara preferenza alle *Trasformazioni Inerziali* rispetto a quelle di Lorentz.

Detto ciò con questo articolo si intende capovolgere il metodo di leggere la natura. Invece di creare nuove Trasformazioni, si intende utilizzare le proprietà della luce per interpretare la natura.

Con questa nuova prospettiva si osserva che, solo se si prende come riferimento il Sistema Luce, tutte le leggi della fisica risultano uguali per tutti i sistemi.

La velocità della luce diventa l'unico parametro per distinguere tutti i sistemi inerziali, la chiave di lettura più naturale per interpretare lo spazio e il tempo e dare forma e vita alla materia.

Considerata come vettore di informazioni la luce sembra "creare" lo spazio e "scandire" il tempo nei corpi. Restituendo alla luce il ruolo principale, tutte le grandezze fisiche, spazio, tempo, velocità, energia, assumono il loro ruolo naturale (non più relativistico) e viene recuperata la simultaneità assoluta dove tutti gli osservatori inerziali hanno lo stesso presente.

Con l'ipotesi del Sistema Luce viene data una spiegazione sui limiti di validità della TdR e viene restituita una concezione *reale* (e non *relativa*) della dilatazione del tempo, della contrazione delle lunghezze, della velocità delle stelle e delle galassie.

Riguardo la verifica di questa Teoria si può sottolineare che essa si basa su due proprietà della luce per cui non si possono che confermare i dati sperimentali. Essa infatti spiega tutti i fenomeni "relativistici" in modo analogo e con lo stesso ordine di precisione della TdR e dà un'interpretazione reale della deformazione dello spazio e del tempo, senza i paradossi della relatività.

Inoltre interpreta in maniera semplice e senza contraddizioni i fenomeni aventi percorsi della luce lungo una direzione come l'aberrazione e l'effetto Sagnac dimostrando l'incoerenza del 2° postulato.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Adriano Morando Spazio Tempo e Materia.
- [2] Heaviside (1888/89), "onde elettromagnetiche, la propagazione di potenziale, e gli effetti elettromagnetici di una carica in movimento", *The elettricista*
- [3] H.A. Lorentz, *The Theory Of Electrons And Its Applications To The Phenomena Of Light And Radiant Heat* (Dover, New York, 1952)
- [4] H. Poincaré, *Jour. Phys. Théor. Appl.*, 5<sup>e</sup> série, vol. 2, p. 347 (1912).
- [5] Franco Selleri (1996) TEMPO RELATIVO E SIMULTANEITÀ ASSOLUTA
- [6] H. Dingle, *Nature*, 179, 866 e 1242 (1957); H. Dingle, Introduction, in: Henri Bergson, *DURATION AND SIMULTANEITY*, pp. xv-xlii, The Library of Liberal Arts, Indianapolis (1965)
- [7] M. Klein, PAUL EHRENFEST (North-Holland, Amsterdam, 1970), p. 315.
- [8] A. Einstein, *LA RELATIVITÀ (ESPOSIZIONE DIVULGATIVA)*, Newton Compton, Roma (1970). La frase citata è a p. 31.
- [9] Wikipedia Massa invariante.
- [10] F.Selleri (2003) La liberazione del tempo. Massimo Brighi (2014) Implicazioni teoriche e sperimentali della sincronizzazione assoluta nella teoria della relatività speciale
- [11] Brecher, K. (1977), "La velocità della luce è indipendente dalla velocità della sorgente", 10.1103 / PhysRevLett .39.1051
- [12] Brillet e Hall Test di andata e ritorno di isotropia alla velocità della luce. Hils and Hall, *Phys. Rev. Lett.* 64 (1990), pag. 1697
- [13] F.Selleri (2003) La liberazione del tempo.
- [14] Massimo Brighi (2014) Implicazioni teoriche e sperimentali della sincronizzazione assoluta nella teoria della relatività speciale
- [15] L'effetto sagnac – Corsi di Laurea in Fisica pag. 19
- [16] L'effetto Sagnac – Corsi di Laurea in Fisica Conclusioni e discussioni pag. 57
- [17] R. Casalbuoni Appunti di Relatività Speciale a pag. 31.
- [18] Effetto Doppler relativistico Wikitolearn
- [19] Effetto Doppler Trasversale

Filmati:

[Sfera in moto](#)

[Ellisse di aberrazione](#)