Incontro 04

Il primo incontro con la Relatività Ristretta

Riassumiamo quanto "sappiamo/riteniamo di sapere" finora:

- **Nell'antica Grecia si disponeva <<solo dei propri occhi>> per dare una descrizione del mondo in cui viviamo, per cui non fa meraviglia se – guardando il cielo – l'Uomo ha messo la Terra al <<centro dell'Universo>>.**
  Non solo, ma l'esperienza quotidiana insegnava anche che ogni corpo <<tende alla quiete>>, per cui era impensabile – allora – di avere un corpo che, per inerzia, si muovesse di moto rettilineo uniforme, senza mai fermarsi.
  Era l'epoca degli <<ipse dixit>>, e tale descrizione del mondo è durata qualche cosa come 2000 anni.
- **Poi venne Galileo (1564 - 1642) che, osservando il cielo con un telescopio, ha messo in crisi la descrizione passata ed ha accettato l'idea che fosse la Terra**
  - **a ruotare attorno al Sole,**
  - **ed anche attorno al proprio asse polare, da cui il fenomeno del giorno e della notte.**
    Il moto del Sole e delle stelle in cielo è quindi solo apparenza;
    è la Terra che ruota attorno al proprio asse polare "abbassando" la parte orientale ed "alzando" quella occidentale.
    Noi vediamo il Sole e le stelle sorgere e tramontare, come – quando guidiamo in autostrada – vediamo gli "alberi andare indietro" mentre "sappiamo" che è l'automobile ad andare avanti.
  - **Non è un caso se, per le sue teorie, Galileo venne portato fino nell'anticamera di tortura dalla Santa Inquisizione, dove è stato costretto ad abiurare alle proprie convinzioni.**
- **In seguito venne Newton (1642 - 1726), che descrisse il mondo in cui viviamo identificando**
  uno <u>spazio assoluto</u>, in cui tutto era contenuto e non era influenzato da nessun evento, ed
  un <u>tempo assoluto</u>, anch'esso indipendente dagli avvenimenti che accadono in esso, e che è il responsabile della successione temporale degli eventi stessi.
  Spazio e tempo assoluti, che portavano ad ammettere l'esistenza di fenomeni, quali la misurazione della lunghezza di una sbarra, o la contemporaneità di due eventi, comuni per tutti gli osservatori.
- **Poi venne Maxwell (1831-1879), che – credendo nell'Etere Cosmico – scrisse la formula da lui trovata sulla velocità della luce: $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$, riferita allo spazio assoluto.**
  Però questo avrebbe significato che la velocità della luce misurata "altrove" avrebbe dato altri risultati, in accordo con la Relatività di Galileo.
- **L'osservazione sperimentale ha negato questa possibilità (Michelson e Morley): così è nata la necessità di una revisione teorica: la Relatività Ristretta di Einstein.**
  Il nome "Ristretta" dipende dal fatto che Einstein, nel 1905, trascura la presenza della Gravità, che invece è inclusa nella Relatività Generale, pubblicata nel 1915.

Nel contesto della Relatività Ristretta si parla di Riferimenti Inerziali, che inizialmente corrispondevano ai Riferimenti in moto rettilineo uniforme rispetto allo Spazio Assoluto.
Negando, come si vedrà, l'esistenza dello Spazio Assoluto, un Riferimento Inerziale viene interpretato come un Riferimento <<tanto lontano da cause di disturbo da far vedere un corpo libero da forze descrivere per inerzia un moto rettilineo uniforme>>, incluso il fatto di rimanere fermo, in quiete, nello spazio inerziale che si muove come lui.

I Postulati della Relatività Ristretta

Primo Postulato

Tutte le Leggi della Fisica devono avere la stessa forma in tutti i Riferimenti Inerziali.

NB: mentre la Relatività di Galileo-Newton faceva riferimento solo ai fenomeni della Meccanica (Classica), la Relatività di Einstein pone sullo stesso piano i Riferimenti Inerziali per TUTTI I FENOMENI FISICI.

Secondo Postulato

La velocità della luce nel vuoto ha sempre lo stesso identico valore in tutti i Riferimenti Inerziali.

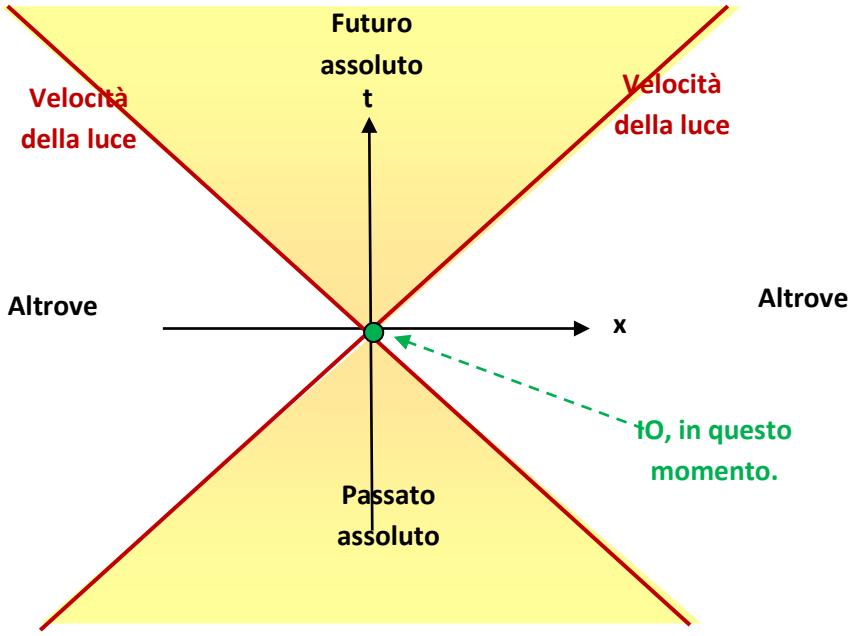
Se il Primo Postulato solo rende equivalenti tutti i Riferimenti Inerziali:
nessuno di questi Riferimenti è "speciale", tutti sono equivalenti uno rispetto all'altro (cosa che in fondo anche Galileo aveva recepito, sia pure limitatamente ai problemi della Meccanica)
i veri problemi vengono proposti dal Secondo Postulato:
anche se imposto dall'esperimento di Michelson-Morley.
Tale postulato nega – fra l'altro - la validità della composizione galileiana delle velocità.
Anzi, poiché la <<velocità>> è uguale a <<spazio diviso tempo>>, c'è da aspettarsi che, per mantenere fissa la velocità della luce nel vuoto, si debbano rivedere tutte le nostre convinzioni riguardanti sia lo spazio che il tempo.

Ancora una precisazione:
nella Fisica Galileiana nessun limite teorico era imposto alle velocità di oggetti, che potevano immaginarsi accelerati fino a velocità infinita.

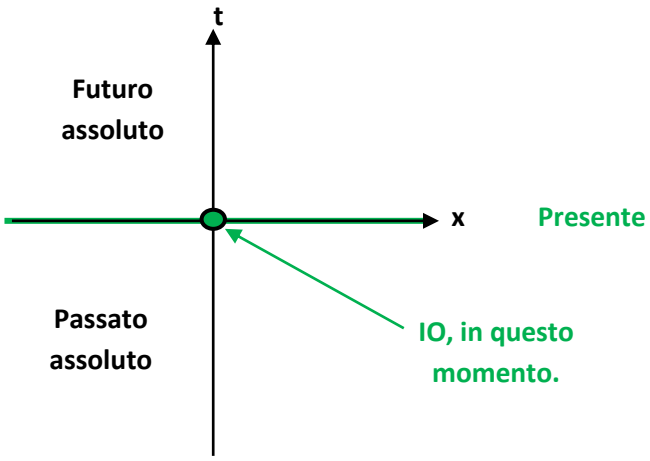
Nelle Fisica di Einstein, proprio a causa del Secondo Postulato la velocità della luce rappresenta il massimo raggiungibile in Natura.
Non è stato – finora - possibile "sperimentare" velocità superiori.

Questo ci induce a rappresentare la situazione in un grafico semplificato, riguardante

- uno spazio uni-dimensionale (asse x)
- e comprendente un tempo (asse t)



Appare opportuno confrontare questo grafico con l'analogo newtoniano.



Risulta allora essere evidente come questa descrizione del "mondo" sia totalmente differente da quella precedente.

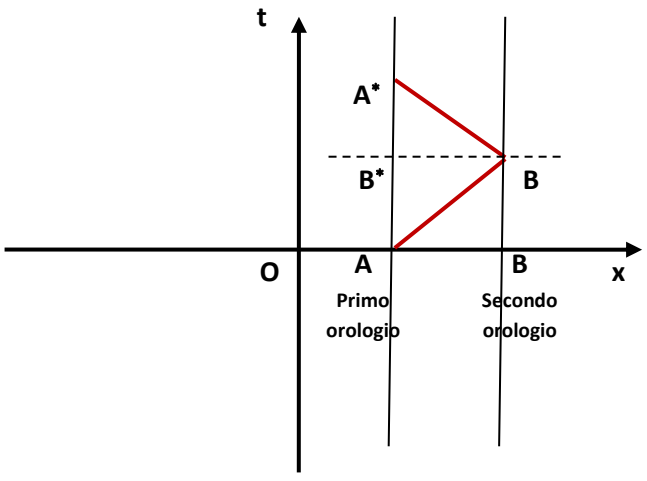
C’è ancora qualche cosa da dire.
Finora si è accennato agli “osservatori” che definiscono le coordinate degli eventi, ma la finitezza della velocità della luce “c” ci impone di riconoscere che, guardando, più guardo lontano più “vedo” indietro nel tempo.
P.es., se guardo la Luna, io la vedo come era 1 sec. fa, e se guardo il Sole, lo vedo come era 8 minuti fa.
Ancora più accentuato il fenomeno con le Stelle.
Io comincio a vederle come erano 4 anni fa (Proxima Centauri) e le vedo, in funzione della loro distanza, come erano “tanti” anni fa.

Gli EVENTI della Relatività sono caratterizzati da 4 coordinate:
TEMPO COORDINATA X COORDINATA Y COORDINATA Z

Per <<misurare>> queste 4 coordinate io non posso aspettare “cosa vedo con gli occhi”
stando in O (oppure in O’),
ma devo “misurare” gli elementi che definiscono l’EVENTO senza ritardi
(ovviamente: nel Riferimento di appartenenza).

Devo cioè immaginare che, assieme al sistema di coordinate dato, in ogni punto del Riferimento venga dato anche un orologio, sincronizzato con quello posto in O (od in O’), capace di determinare l’istante in cui tale evento si verifica.

Per sincronizzare tutti questi orologi lo stesso Einstein ha proposto la procedura che segue.
consideriamo due orologi A e B, e, dopo esserci assicurati che “battono lo stesso secondo”, SINCRONIZZIAMOLI.



Se io lancio un segnale luminoso da A verso B, e lo faccio riflettere da B di nuovo verso A, io dirò che i due orologi sono sincronizzati se l’orologio in B segnerà, al momento di ricezione del segnale, l’ora di B* = $\frac{t_A + t_{A^*}}{2}$.

Cioè:

anche se nell'esprimere i concetti della Relatività Ristretta si parla (liberamente) di osservatore O od O' ,
in realtà si presuppone che ogni Riferimento Inerziale debba possedere una infinità di orologi sincronizzati fra loro (assieme ad una infinità di sbarre rigide e tutte uguali per l'unità di lunghezza),
e quindi che ogni EVENTO venga identificato "misurando il tempo senza ritardi".

Quindi:

ciò che si vede con gli occhi …. è tutta un'altra cosa,
ed ovviamente ogni riferimento <<a ciò che si vede con gli occhi>> deve essere opportunamente segnalato.