TEORIA DELLA RELATIVITÁ RISTRETTA

Vari esperimenti hanno dimostrato che la meccanica Newtoniana entra in crisi quando $\frac{v}{c} \rightarrow 1$ dove $v \rightarrow$ velocità corpo

$c = 2{,}99 \cdot 10^8$ m/s velocità luce

poiché nel mondo macroscopico $\frac{v}{c} \ll 1$ le teorie di Galileo e Newton sono sempre risultate corrette. Inoltre nella meccanica classica non esiste un limite alla velocità che un sistema può raggiungere, tuttavia non è mai stato trovato un processo fisico che sia superasse c

1905 → Einstein pubblica la teoria "of special relativity":

- predizioni corrette sia per $\frac{v}{c} \ll 1$ che per $\frac{v}{c} \rightarrow 1$
- la meccanica classica rimane corretta, ma solo come caso particolare
- nuova concezione dello spazio e del tempo valida solo per sistemi inerziali!

1917 → Relatività generale

Principio di relatività Newtoniana → le leggi del moto sono uguali in tutti i sistemi inerziali ⇒ invarianza delle leggi della meccanica rispetto alle trasformazioni Galileiane

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

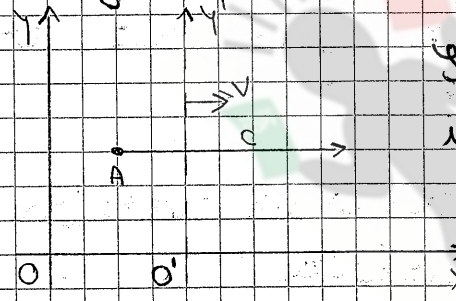
3 problemi emergono studiando l'elettromagnetismo, che supponeva l'esistenza dell'etere per la trasmissione di un'onda elettromagnetica nello spazio vuoto, la quale aveva le seguenti caratteristiche:

- zero densità
- perfettamente trasparente
- riempiva l'intero spazio
- rispetto ad esso la luce viaggiava a c

tuttavia nessuno era stato capace di rilevarla!

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Sorge così la domanda, le leggi dell'elettromagnetismo, sono invarianti rispetto alle trasformazioni Galileiane?



Supponiamo di considerare il sistema di riferimento dell'etere come il sistema inerziale S. Emettendo un impulso luminoso nel punto A, applicando la th di Maxwell, un osservatore trova che la velocità della luce è costante e vale c tuttavia per le trasformazioni Galileiane per il sistema S', la velocità della luce è c-V

Questa considerazione porta ad affermare che la velocità della luce risulta non essere invariante per le trasformazioni

Galileiane, ma dipende dal sistema di riferimento. Dunque esiste un sistema di riferimento "privilegiato", nel quale la luce si muove esattamente con velocità c, questo sistema è l'etere.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Esperimento Michelson-Morley

Lo scopo dell'esperimento era localizzare l'etere, misurando la velocità della luce in diversi sistemi inerziali, con l'obiettivo di dimostrare l'esistenza di un particolare sist. di rif. la cui velocità fosse esattamente c. A tal proposito fu utilizzato l'interferometro ottico di Michelson. Un interferometro divide il raggio di luce in due, che percorrono tragitti tra loro perpendicolari, fino a convergere in uno schermo, formando uno schema d'interferenza. Qualora l'etere esista, la terra si muoverebbe al suo interno, o viceversa, in entrambi i casi il "vento d'etere" determinerebbe una variazione della velocità della luce nelle varie direzioni, dunque una differenza nello schema dell'interferometro. Tuttavia questo effetto non fu mai rilevato.

Possiamo concludere che la velocità della luce c è uguale per tutte le direzioni, dunque un sistema di riferimento

spazio privilegiato non esiste.
L'esperimento dimostrò che le leggi di Maxwell erano corrette, che la velocità della luce era costante e che le trasformazioni di Galileo andavano modificate.

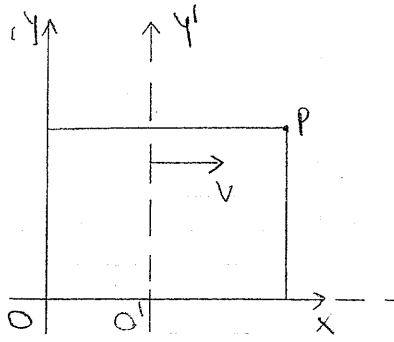
POSTULATI DELLA RELATIVITÁ SPECIALE

- Principio della relatività, le leggi fisiche sono invariauti per tutti i sistemi di riferimento inerziali, non esistono sistemi "privilegiati" o "universali"
- Principio della conservazione della velocità della luce, che é costante e vale c. Inoltre la velocità della luce nel vuoto é la velocità limite, non può essere superata ad oggi nessun esperimento é in contrasto con questa teoria.

SIMULTANEITÁ → non é più un concetto assoluto ma relativo, due eventi simultanei rispetto ad un sistema di riferimento, non sono necessariamente simultanei rispetto ad un altro.
Einstein → esempio del treno e del fascio di luce

TRASFORMAZIONI DI LORENTZ

Consideriamo un evento nel sistema S, questo evento é caratterizzato dalle coordinate spazio-temporali (x, y, z, t) e in un secondo sistema S', che si muove con velocità $v(v,0,0)$, con coordinate (x', y', z', t'). Entrambi i sistemi sono inerziali.



$\begin{cases} x' = x'(x,y,z,t) \\ y' = y'(x,y,z,t) \\ z' = z'(x,y,z,t) \\ t' = t'(x,y,z,t) \end{cases}$ come ipotesi aggiungiamo che lo spazio e il tempo siano omogenei e isotropici. Questo ci permette di affermare la linearità delle trasf. la cui forma è la seguente

$$\begin{cases} x' = \dfrac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \dfrac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \end{cases}$$

per il sistema S' rispetto al sistema S

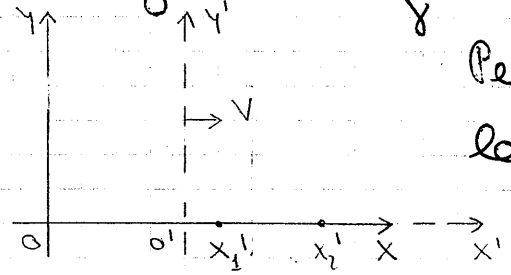
$$\begin{cases} x = \dfrac{x' + vt'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \dfrac{t' + vx'/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \end{cases}$$

per semplificare spesso si usa $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

evidente è la connessione tra lo spazio e il tempo

CONTRAZIONE DELLE LUNGHEZZE

Quando un corpo si muove con velocità v rispetto all'osservatore, la lunghezza misurata risulta contratta in direzione del moto, del fattore $\frac{1}{\gamma}$



DIMOSTRAZIONE

Per un corpo a riposo $l_0 = x_2' - x_1'$

l_0 → "lunghezza propria" o "a riposo"

ora calcoliamo la lunghezza misurata da un osservatore S, mentre il corpo si muove con velocità v