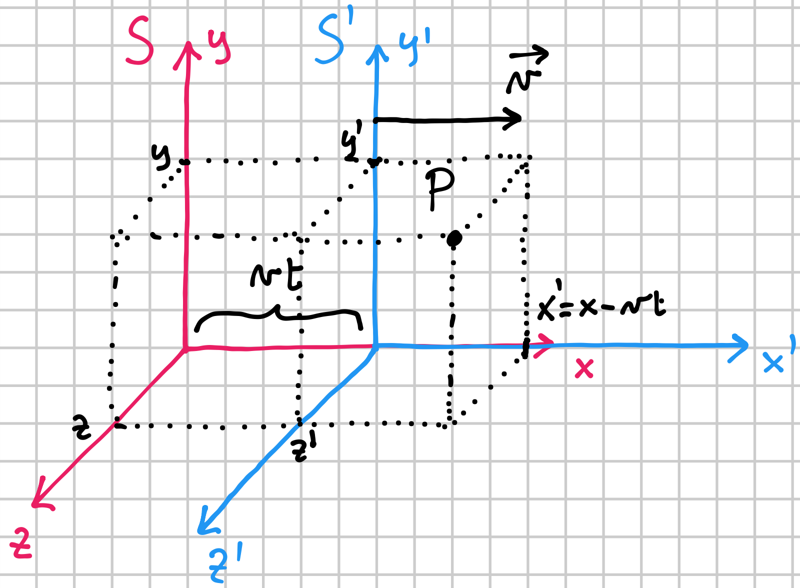
TRASFORMAZIONI DI LORENTZ

PREMESSA: TRASFORMAZIONI DI GALILEO



$$P \begin{matrix} \nearrow S \rightsquigarrow P(x, y, z, t) \\ \searrow S' \rightsquigarrow P(x', y', z', t') \end{matrix}$$

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases}$$

← TEMPO ASSOLUTO (MECCANICA NEWTONIANA)

S' si muove con velocità $\vec{v}$ costante rispetto a S nella direzione dell'asse x (verso positivo).
All'istante iniziale $t = t' = 0$ i due S.R.I. coincidono.

P ⇝ vel. u in S

P ⇝ vel. u' in S'

$$x' = x - vt$$

$\Downarrow \; t' = t$

$$\frac{dx'}{dt'} = \frac{dx}{dt} - v$$

COSTANTE

$$u' = u - v$$

$$a' = a$$

$$F' = ma' = ma = F$$

RELATIVITÀ GALILEIANA (NEWTONIANA)

Le leggi della meccanica sono le stesse in tutti i S.R.I.

⇓

Nessun esperimento di meccanica eseguito in un solo S.R.I. può mettere in evidenza lo stato di moto di quel sistema rispetto a un altro S.R.I.

↓

differenti velocità, en. cinetiche, quantità di moto...

↓

ma **tutti** concordano sulle **LEGGI**, ad es.: conservazione dell'en. meccanica, cons. della q.tà di moto negli urti,...

ELETTROMAGNETISMO

→ il principio di relatività galileiana non vale più:

le equazioni di Maxwell **non** sono invarianti per trasformazioni di Galileo

↓

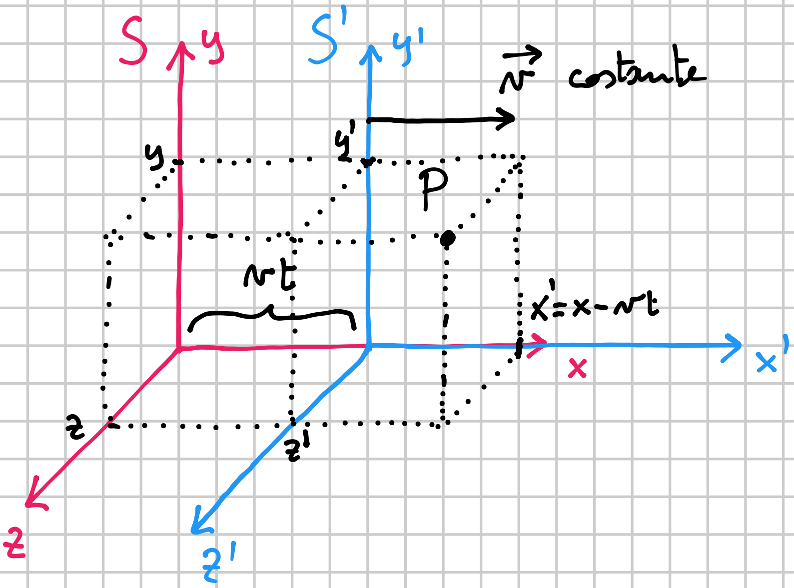
$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$$

vel. della luce nel vuoto non è invariante per trasformazioni di Galileo

⇓

IPOTESI DI ESISTENZA DELL'ETERE, cioè di un S.R. privilegiato, rispetto al quale la velocità della luce è c (posizione prevalente degli inizi 1900)

1904 - TRASFORMAZIONI DI LORENTZ



$$\begin{cases} x' = \gamma(x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma\left(t - \frac{\beta}{c}x\right) \end{cases}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad \beta = \frac{v}{c}$$

Se $c = \infty$, allora TR. DI GALILEO $\equiv$ TR. DI LORENTZ

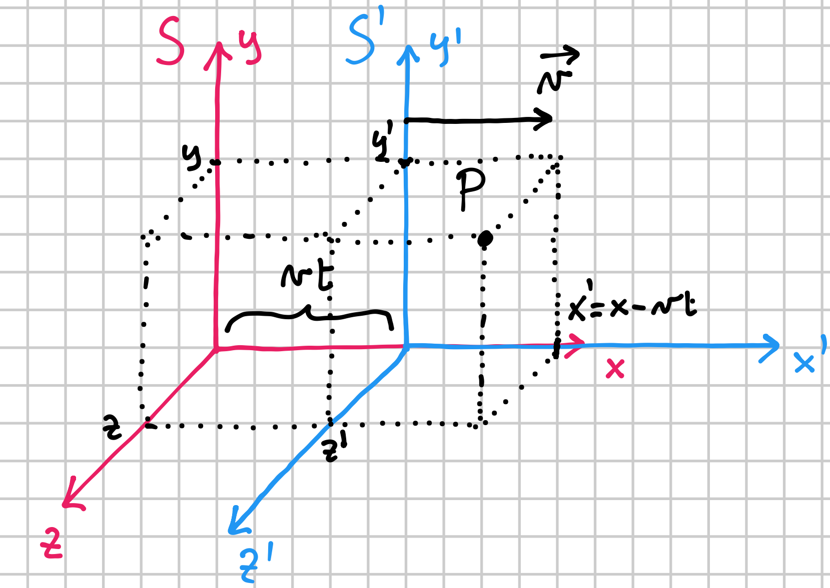
$v << c \Rightarrow \frac{\beta}{c} = \frac{v}{c^2} \to 0 \qquad \frac{\beta}{c}x \to 0 \qquad \gamma \to 1$

MOLTO MINORE

(se x non è "troppo grande")

TR. DI LORENTZ $\longrightarrow$ TR. DI GALILEO

DILATAZIONE DEI TEMPI



S		S'
$P_1(x_1, y_1, z_1, t_1)$	$\rightarrow$	$P_1(x_1', y_1', z_1', t_1')$
$P_2(x_2, y_2, z_2, t_2)$	$\rightarrow$	$P_2(x_2', y_2', z_2', t_2')$
$\Delta x = x_2 - x_1$		$\Delta x' = x_2' - x_1'$
$\Delta t = t_2 - t_1$		$\Delta t' = t_2' - t_1'$

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma\left(t - \frac{\beta}{c}x\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x' = \gamma(\Delta x - v\Delta t) \\ \Delta y' = \Delta y \\ \Delta z' = \Delta z \\ \Delta t' = \gamma\left(\Delta t - \frac{\beta}{c}\Delta x\right) \end{cases}$$

Se due eventi A e B avvengono nello stesso posizione rispetto a S

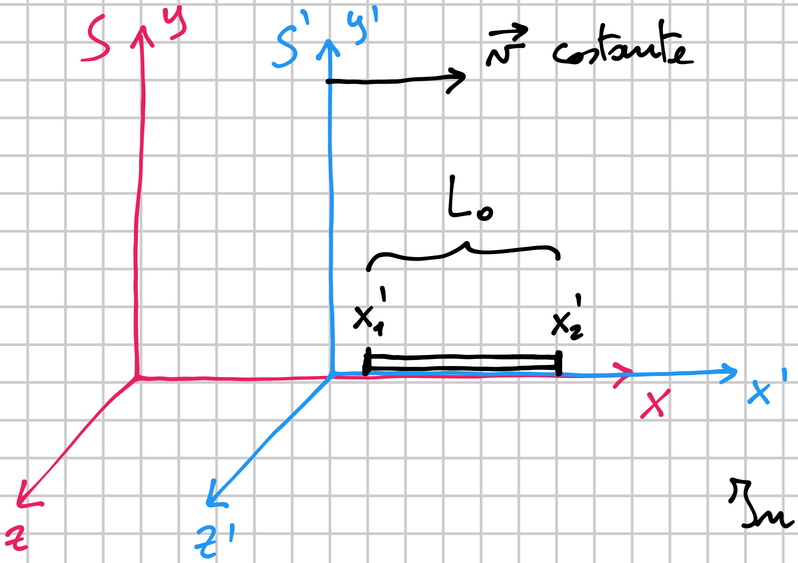
$\Downarrow$

$\Delta x = 0$

Δt tempo proprio

In S' si ha che $\Delta t' = \gamma \underbrace{\Delta t}_{\text{TEMPO PROPRIO}}$

CONTRAZIONE DELLE LUNGHEZZE (CONTRAZIONE DI LORENTZ)



L_0 = lunghezza propria della sbarra in S'

$$L_0 = x_2' - x_1' = \Delta x'$$

In S (che vede l'asta in moto con vel. v) si devono determinare le posizioni delle sue estremità x_1 e x_2 <u>simultaneamente</u>

evento A = 1° estremo della sbarra in x_1 all'istante t

evento B = 2° estremo della sbarra in x_2 all'istante t

L = lunghezza valutata da S $= x_2 - x_1 = \Delta x \qquad \Delta t = 0$

$$\Delta x' = \gamma(\Delta x - v \underbrace{\Delta t}_{=0}) \Rightarrow \Delta x' = \gamma \Delta x$$

$$L_0 = \gamma L \Rightarrow L = \frac{L_0}{\gamma}$$

LUNGHEZZA PROPRIA