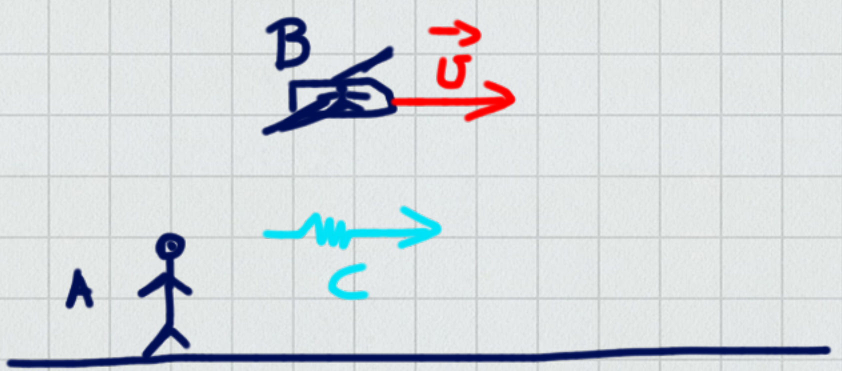
DILATAZIONE TEMPO

Il secondo postulato della relatività riletta:

$\boxed{\text{2) LA VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE, COME LA LUCE, È INVARIANTE RISPETTO A QUALUNQUE CAMBIAMENTO DI SISTEMA DI RIFERIMENTO INERZIALE}}$

Quanto detto significa:

consideriamo un osservatore a Terra e uno che si muove su un'astronave che si muove a velocità $\vec{v}$.

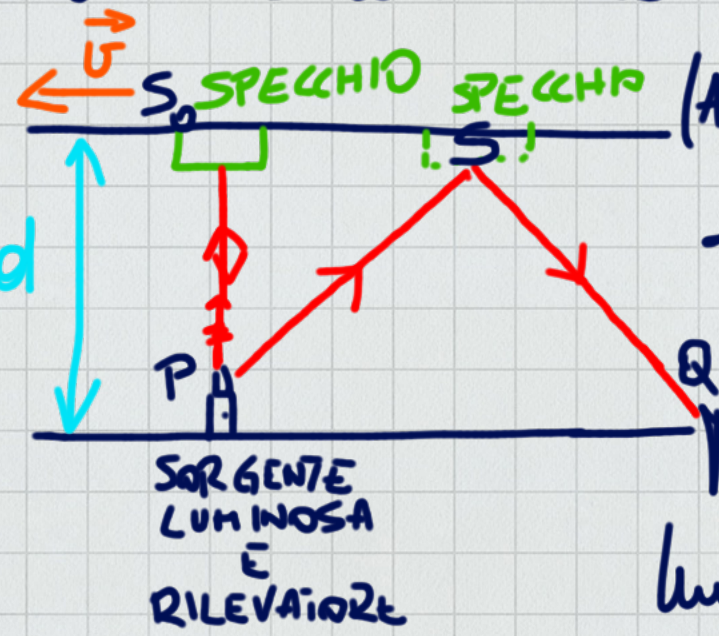


I due osservatori sono in moto relativo l'uno rispetto all'altro e nessuno dei due è privilegiato.

$c = 2,998 \times 10^8 \frac{m}{s}$. Ammettere l'invarianza delle onde elettromagnetiche equivale a rinunciare al tempo assoluto: $t_A \neq t_B$

Come cambia da un osservatore ad un altro il tempo di propagazione di onde elettromagnetiche.

Consideriamo un banco ottico, una sorgente luminosa e uno specchio a distanza d.



(A) $\Delta t = \frac{2d}{c}$ (deriva dalla meccanica classica)

L'osservatore A vede l'onda elettromagnetica andare avanti, sbattere sullo specchio e tornare indietro in un tempo $\Delta t = \frac{2d}{c}$

Un altro osservatore (B) che si muove a sinistra con velocità $\vec{v}$. Quindi lui vede il banco ottico muoversi a destra di velocità di modulo v.

Lui osserva il segnale che percorre il tragitto $\overline{PS}+\overline{SQ}$ in un tempo $\Delta t'$ pari a

(B) $\Delta t' = \frac{\overline{PS}+\overline{SQ}}{c}$

Si osserva che $\Delta t' \neq \Delta t$ perché $\overline{PS}+\overline{SQ} > 2d$. Abbiamo usato il secondo principio di relatività supponendo che c è la velocità della luce sia per il sistema (A) che per il sistema (B)

Da questa osservazione si deduce:

TEMPO PROPRIO: la durata di un fenomeno misurata nel sistema di riferimento in cui il fenomeno avviene "da fermo" cioè inizia e finisce nello stesso posTo.

$\Delta t < \Delta t'$ ← Tempo non proprio

↓

tempo proprio (minimo possibile)

Vediamo qual è la relazione tra Δt e $\Delta t'$. $\hat{PSQ}$ è isoscele ($\overline{PS} = \overline{SQ}$)

$\overline{S_0S} = \frac{v\Delta t'}{2}$ (B) vede muovere lo specchio a destra.

Applichiamo PITAGORA al triangolo $\hat{PS_0S_0}$:

$$\overline{PS_0}^2 + \overline{S_0S}^2 = \overline{PS}^2$$

(A) $\overline{PS_0} = \frac{c\Delta t}{2}$; per il secondo osservatore (B) $\overline{PS} = \frac{c\Delta t'}{2}$

$$\left(\frac{c\Delta t}{\cancel{2}}\right)^2 + \left(\frac{v\Delta t'}{\cancel{2}}\right)^2 = \left(\frac{c\Delta t'}{\cancel{2}}\right)^2 \qquad (c\Delta t)^2 + (v\Delta t')^2 = (c\Delta t')^2$$

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

$$\Delta t'^2 = \frac{c^2}{c^2 - v^2}\,\Delta t^2 \qquad \Delta t' = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}}\,\Delta t \qquad \boxed{\Delta t' = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}\,\Delta t}$$

$\beta = \frac{v}{c}$ (è la velocità v per un'à veloce della luce)

$$\boxed{\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1-\beta^2}}}$$

ES

$\Delta t = 1\,s$ (tempo proprio), un aereo $v = 2000 \frac{km}{h} = \frac{2000}{3{,}6}\frac{m}{s} = 556\frac{m}{s}$

$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1-\beta^2}}$; $\beta = \frac{v}{c} = \frac{556\,\frac{m}{s}}{3{,}0 \cdot 10^8\,\frac{m}{s}} = 1{,}85 \times 10^{-6}$; β^2 sarà dell'ordine di 10^{-12}

Allora $\Delta t' \approx \Delta t$ perché le velocità che ci vengono in mente nella vita quotidiana sono di gran lunga lontane dalla velocità della luce e quindi $\Delta t' = \Delta t$ ma se consideriamo velocità prossime a quelle della luce $\Delta t' \neq \Delta t$.

Si è riusciti, accelerando degli elettroni, a fare sì che $\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \sim 10^5$.
dell'ordine