

¿Qué dice Einstein?

POSTULADOS

1- Principio de Relatividad

Todas las leyes de la física son válidas en todos los sistemas de referencia INERCIALES

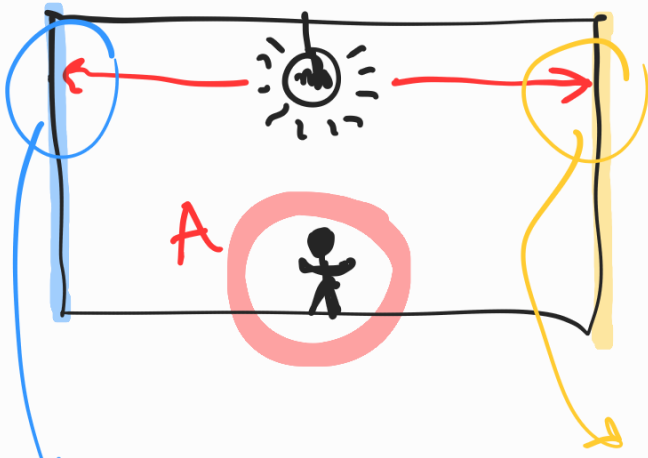
2- la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el vacío es siempre $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$.
(es la MISMA en todos los referenciales inerciales).

Esto provoca 3 efectos elementales:

- 1- Relatividad de la simultaneidad
- 2- Dilatación del tiempo
- 3- Contracción de la longitud

¡PENSEMOS EN ÉSTO!

4) Relatividad de la SIMULTANEIDAD



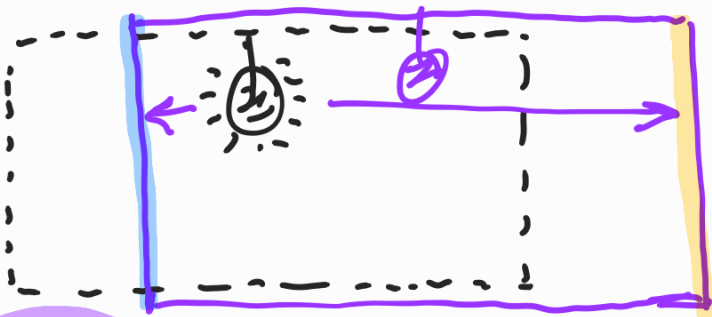
Para Anita, que está quieta en la nave, la luz llega a las 2 paredes al mismo tiempo

EVENTO 1
la luz llega a la pared AZUL

EVENTO 2
la luz llega a la pared NARANJA

Beto ve que la nave se mueve hacia su derecha con velocidad \vec{v}

Mientras la luz viaja, la nave avanza:

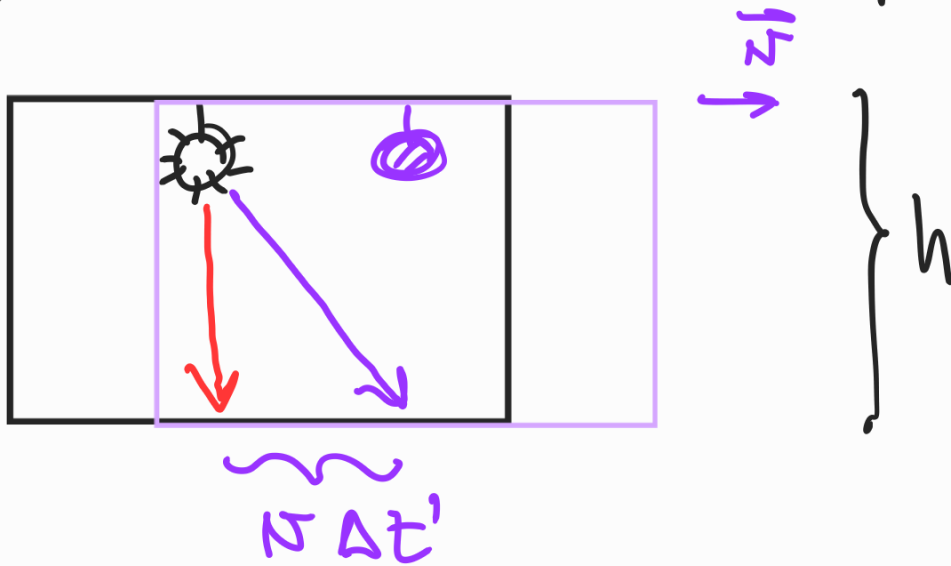


Para Beto, el rayo que va a la pared azul recorre una distancia menor que el que va a la pared naranja.



Para él el EVENTO 1 ocurre ANTES que el EVENTO 2.

2) Dilatación del tiempo



Para ANITA la luz tarda

$$\Delta T = \frac{h}{c}$$

en llegar al piso, ella está QUIETA en la nave.

Para Beto, la luz recorre una distancia

más larga: $\sqrt{h^2 + (N \Delta t')^2}$, entonces

tarda

$$\Delta t' = \frac{\sqrt{h^2 + (N \Delta t')^2}}{c} \quad c \Delta t' = \sqrt{h^2 + (N \Delta t')^2}$$

$$c^2 \Delta t'^2 = h^2 + N^2 \Delta t'^2$$

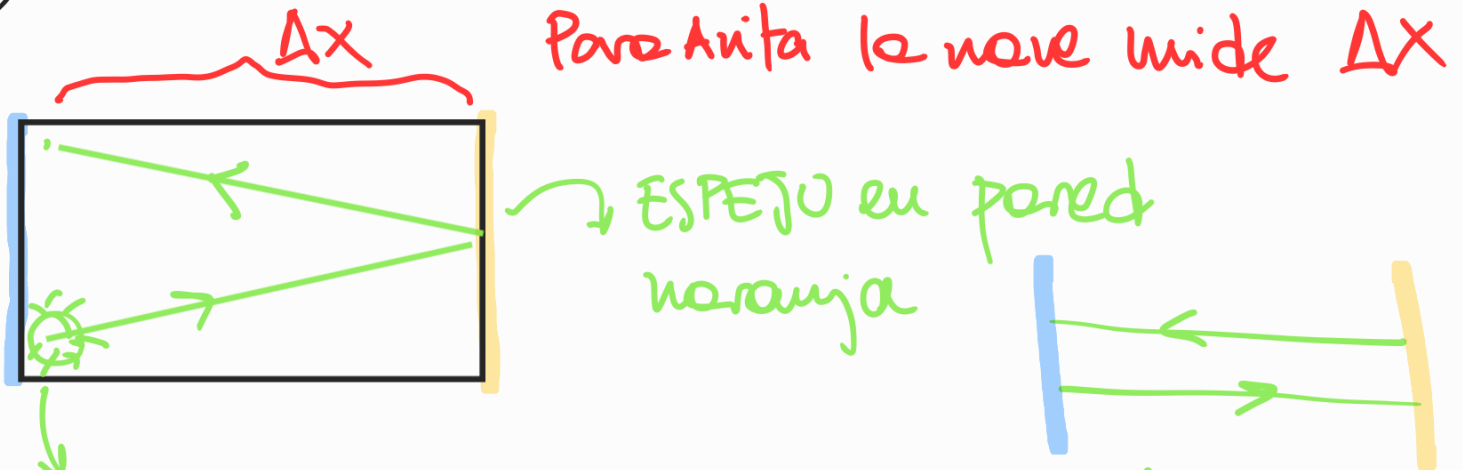
$$(c^2 - N^2) \Delta t'^2 = h^2$$

$$\Delta t' = \frac{h}{\sqrt{c^2 - N^2}} = \frac{h}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{N^2}{c^2}}} = \frac{h}{c} \gamma$$

$$\Delta t' = \Delta T \gamma$$

y $\gamma > 1 \Rightarrow$ Beto mide un tiempo MAYOR

3) Contracción de la longitud.



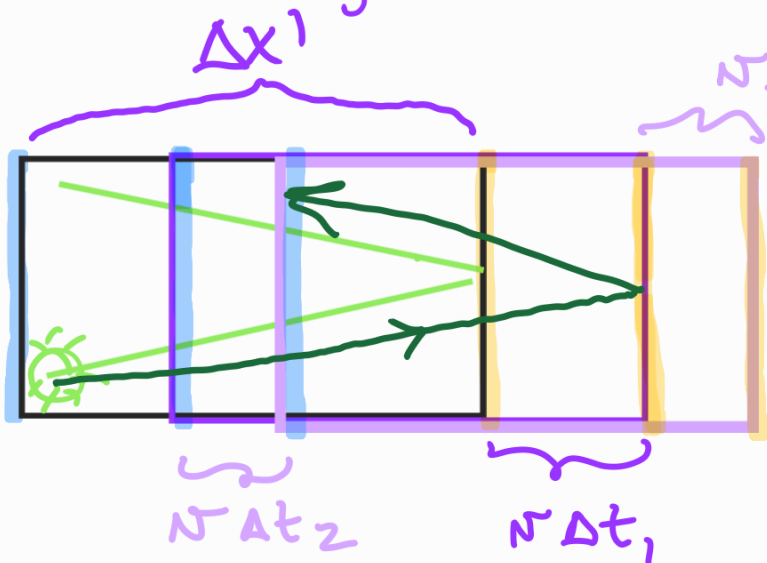
Para Anita, la luz va a un espejo, y vuelve a la pared azul.

Para Anita, la luz tarda

$$\Delta t = 2 \frac{\Delta x}{c} \text{ en ir y volver a la pared azul.}$$

Para Beto la nave avanza $v \Delta t_1$ mientras la luz llega al espejo, y $v \Delta t_2$ mientras

la luz vuelve a la pared azul.



Para él el la nave mide $\Delta x'$.

Recorrido de la luz para Beto

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta x' + v \Delta t_1}{c}$$

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta x' - v \Delta t_2}{c}$$

$$\Rightarrow c \Delta t_1 = \Delta x' + v \Delta t_1$$

$$(c - v) \Delta t_1 = \Delta x' \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\Delta x'}{c - v}$$

$$c \Delta t_2 = \Delta x' - v \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{\Delta x'}{(c + v)}$$

El tiempo de ida y vuelta para Beto es:

$$\Rightarrow \Delta T' = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta x' \left(\frac{1}{c - v} + \frac{1}{c + v} \right)$$

$$= \Delta x' \left(\frac{c + v + c - v}{(c - v)(c + v)} \right) = \frac{2c \Delta x'}{c^2 - v^2}$$

$$\Delta T' = \frac{2}{c} \frac{\Delta x'}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} = \frac{2}{c} \Delta x' \gamma^2$$

Pero $\Delta T' = \gamma \Delta T$; Porque Beto tiene relojes en el piso!

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

→ Anita mide un tiempo más CORTO, porque está QUIETA en la nave.

$$\Delta T' = \frac{2}{c} \Delta x' \gamma^2 = \gamma \Delta T$$

y Ana medía:

$$\Delta T = 2 \frac{\Delta x}{c}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{c} \gamma^2 \Delta x' = \frac{2}{c} \gamma \Delta x \Rightarrow$$

$$\Delta x' = \frac{\Delta x}{\gamma}$$

¡Para Beto, la nave es más corta!

MORALEJAS: CON LOS POSTULADOS DE EINSTEIN

- 1) la SIMULTANEIDAD es RELATIVA
- 2) Dilatación del tiempo: EL TIEMPO PROPIO (medido en un referencial en reposo respecto a los eventos; donde los eventos ocurren en el mismo LUGAR), es MENOR que el medido por observadores en movimiento (que ven a los eventos en lugares distintos).

3) Contracción de la longitud:

Las LONGITUDES de los objetos son MENORES para los observadores que se mueven respecto a ellos.

Y este efecto sólo ocurre en la dirección del movimiento relativo.

(La altura de la nave no cambia en nuestros ejemplos).

