TRANSFORMACIONES DE LORENTZ

LAS ECUACIONES DE TRANSFORMACION DE LORENTZ†

Transformación de Lorentz	*Transformación inversa*	*Transformación del intervalo*	*Transformación inversa del intervalo*
$x' = \gamma(x - ut)$	$x = \gamma(x' + ut')$	$\Delta x' = \gamma(\Delta x - u\,\Delta t)$	$\Delta x = \gamma(\Delta x' + u\,\Delta t')$
$y' = y$	$y = y'$	$\Delta y' = \Delta y$	$\Delta y = \Delta y'$
$z' = z$	$z = z'$	$\Delta z' = \Delta z$	$\Delta z = \Delta z'$
$t' = \gamma(t - ux/c^2)$	$t = \gamma(t' + ux'/c^2)$	$\Delta t' = \gamma(\Delta t - u\,\Delta x/c^2)$	$\Delta t = \gamma(\Delta t' + u\,\Delta x'/c^2)$

† Aplicar estas ecuaciones únicamente en el caso de movimiento relativo en la dirección xx'. El factor de Lorentz es $\gamma = 1/\sqrt{1 - u^2/c^2}$.

CONSECUENCIAS DE LAS TRANSFORMACIONES DE LORENTZ?

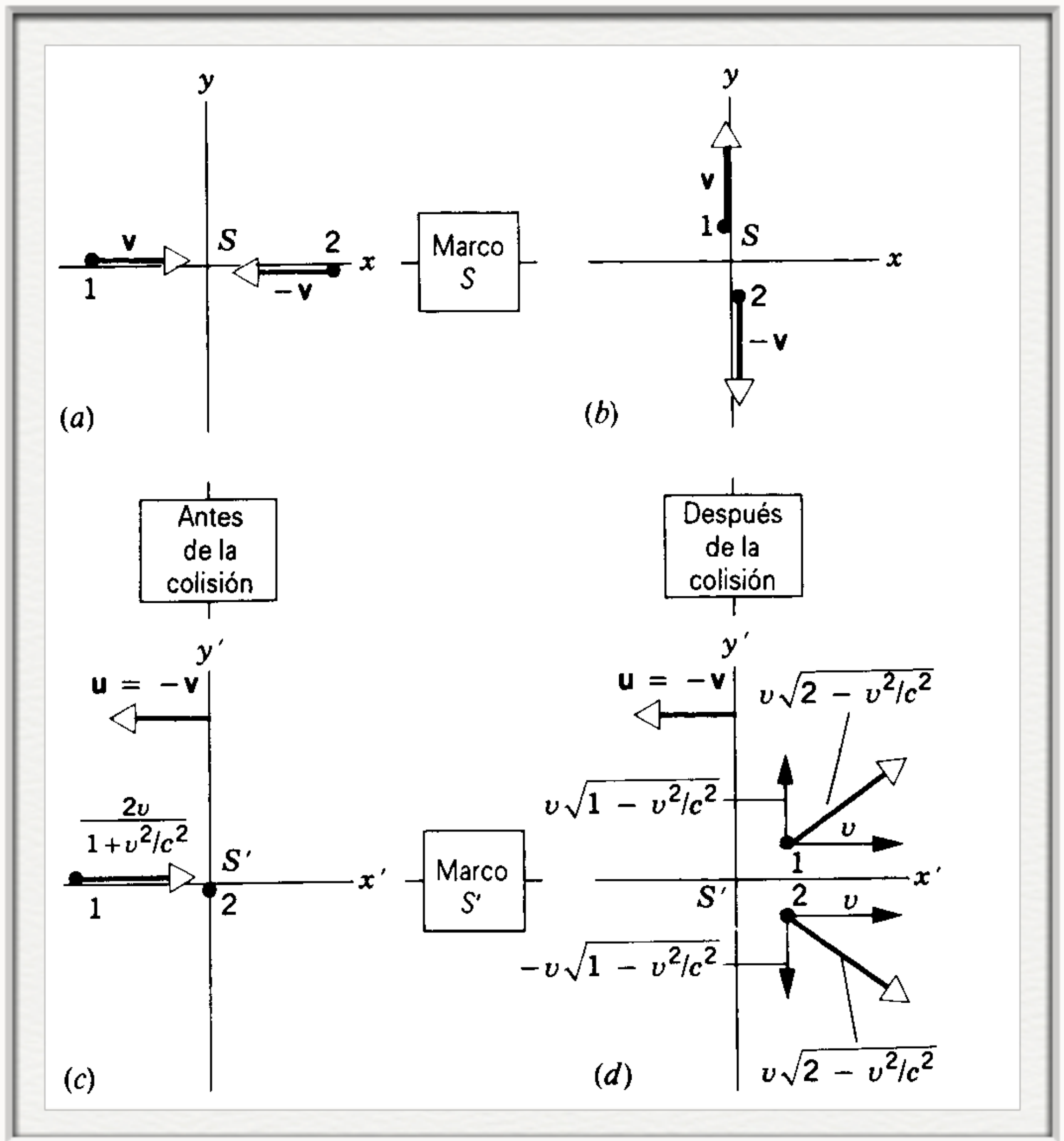
- Relatividad del tiempo
- Relatividad de la longitud

$$v'_{x'} = \frac{dx'}{dt'} = \frac{\dfrac{d(x - Vt)}{\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}}{\dfrac{d(t - \dfrac{V}{c^2}x)}{\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}} = \frac{dx - V dt}{dt - \dfrac{V}{c^2}dx} = \frac{v_x - V}{1 - \dfrac{v_x V}{c^2}}$$

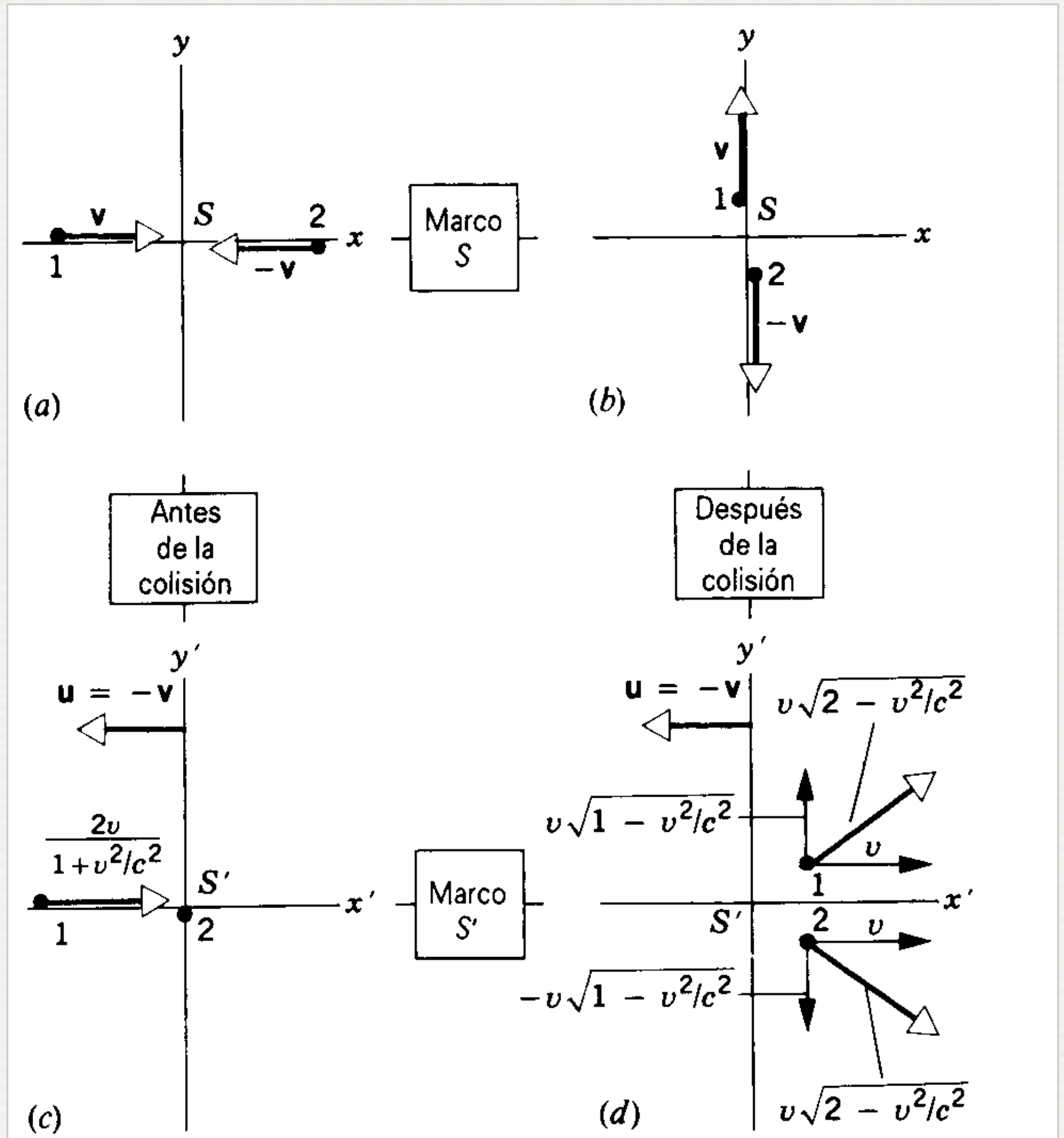
$$v'_{y'} = \frac{dy'}{dt'} = \frac{dy}{\dfrac{d(t - \dfrac{V}{c^2}x)}{\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}} = \frac{dy\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}{dt - \dfrac{V}{c^2}dx} = \frac{v_y\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}{1 - \dfrac{v_x V}{c^2}}$$

$$v'_{z'} = \frac{dz'}{dt'} = \frac{dz}{\dfrac{d(t - \dfrac{V}{c^2}x)}{\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}} = \frac{dz\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}{dt - \dfrac{V}{c^2}dx} = \frac{v_z\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{c^2}}}{1 - \dfrac{v_x V}{c^2}}$$

MOMENTUM RELATIVISTA



MOMENTUM RELATIVISTA



CLÁSICAMENTE

$$\vec{P} = m\vec{v}$$

Inicial: $p_{x\mathrm{i}} = mv + m(-v) = 0,$
$p_{y\mathrm{i}} = 0.$

Final: $p_{x\mathrm{f}} = 0,$
$p_{y\mathrm{f}} = mv + m(-v) = 0.$

CON LAS TRANSFORMACIONES DE LORENTZ

$$x' = \gamma(x - ut)$$
$$t' = \gamma(t - ux/c^2)$$

$$p'_{x\mathrm{i}} = m\left(\frac{2v}{1+v^2/c^2}\right) + m(0) = \frac{2mv}{1+v^2/c^2},$$

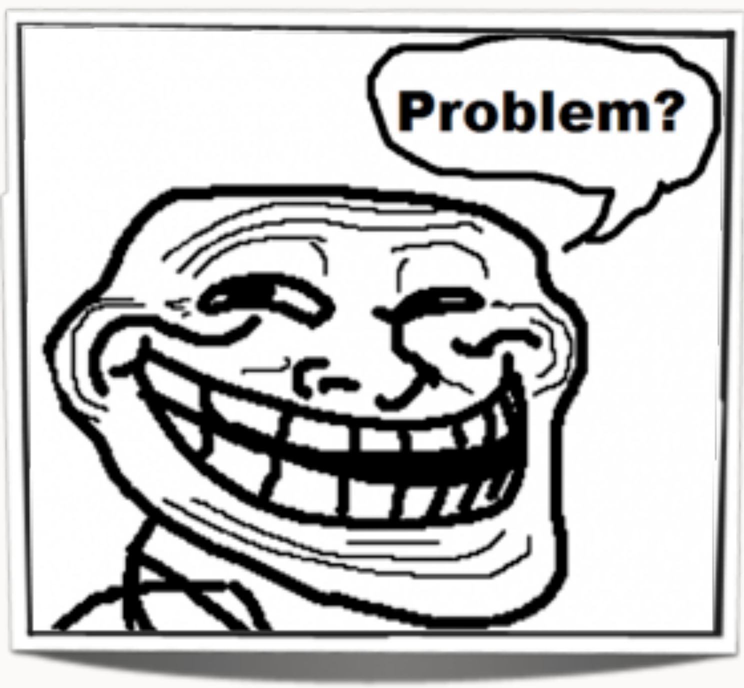
$$p'_{y\mathrm{i}} = 0,$$

$$p'_{x\mathrm{f}} = mv + mv = 2mv,$$

$$p'_{y\mathrm{f}} = mv\sqrt{1-v^2/c^2} + m(-v\sqrt{1-v^2/c^2}) = 0.$$

CON LAS TRANSFORMACIONES DE LORENTZ

$$x' = \gamma(x - ut)$$
$$t' = \gamma(t - ux/c^2)$$



$$p'_{xi} = m\left(\frac{2v}{1 + v^2/c^2}\right) + m(0) = \frac{2mv}{1 + v^2/c^2},$$
$$p'_{yi} = 0,$$
$$p'_{xf} = mv + mv = 2mv,$$
$$p'_{yf} = mv\sqrt{1 - v^2/c^2} + m(-v\sqrt{1 - v^2/c^2}) = 0.$$

ÍMPETU RELATIVISTA

La velocidad v que aparece en el denominador de estas expresiones es *siempre* la velocidad de la partícula medida en un marco inercial en particular.

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$p_x = \frac{mv_x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \qquad p_y = \frac{mv_y}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

AHORA SI!

Conservación!

$$p'_{x\mathrm{i}} = p'_{x\mathrm{f}} = \frac{2mv}{1 - v^2/c^2},$$

$$p'_{y\mathrm{i}} = p'_{y\mathrm{f}} = 0.$$

- ¿Cuál es el ímpetu de un protón que se mueve con velocidad de $v=0.86c$?

ENERGÍA RELATIVISTA

$$K = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - mc^2.$$

- Clásicamente: $K = \frac{1}{2}mv^2$

RECURSO MNEMOTÉCNICO