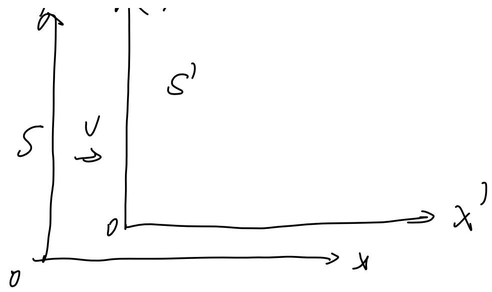
设: v为参考系速度

$\vec{u}=(u_x, u_y, u_z)$ 为质点在S系中速度

$\vec{u}'$ 为 S'系中速度



° x-t 变换

$$x=\frac{x'+vt'}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad x'=\frac{x-vt}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$t=\frac{t'+\frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad t'=\frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

° 速度变换 (u_x, u_x' 有方向!)

$$u_x=\frac{u_x'+v}{1+\frac{v}{c^2}u_x'} \qquad u_x'=\frac{u_x-v}{1-\frac{v}{c^2}u_x}$$

$$u_y=\frac{u_y'\sqrt{1-\beta^2}}{1+\frac{v}{c^2}u_x'} \qquad u_y'=\frac{u_y\sqrt{1-\beta^2}}{1-\frac{v}{c^2}u_x}$$

$$u_z=\frac{u_z'\sqrt{1-\beta^2}}{1+\frac{v}{c^2}u_x'} \qquad u_z=\frac{u_z\sqrt{1-\beta^2}}{1+\frac{v}{c^2}u_x}$$

Tip

习惯上, 设 $\beta=\frac{v}{c}$

$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$. 让式子更简洁

° 能-动量关系

$$E^2=m_0^2c^4+p^2c^2$$

° 能/动量变换

$$E=\frac{E'+vp'}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad E'=\frac{E-vp}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$p_x=\frac{p_x'+\frac{v}{c^2}E'}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad p_x'=\frac{p_x-\frac{v}{c^2}E}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

tip

S'系相对 S系速度为 v

S系相对 S'系速度为 $-v$

而物理定律在一切惯性系中均等价.

可以推知, 上述一切公式中, 将 v 替换为 $-v$, 则左右公式互换.

能量, 质量, 本质上无区别

° 相对论多普勒

$$\nu = \frac{\nu'\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta\cos\theta} \qquad \nu' = \frac{\nu\sqrt{1-\beta^2}}{1+\beta\cos\theta'}$$

$E=mc^2$，这就是全部能量与质量的关系。