

# Aula 7: Relatividade restrita

Bárbara Amaral  
Instituto de Física da USP

## Bibliografia

- ▶ Moysés: seção 6.9 a 6.11.
- ▶ Feynman: seções 15.8 e 15.9.
- ▶ Young and Freedman: seção 37.7 a 37.9.

Momento relativístico

Por que a definição de momento é importante?

# Segunda lei de Newton

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

# Lei de conservação do momento

Se a força externa resultante é zero então o momento total do sistema se conserva.

Momento relativístico

$$p = mv$$

Se usarmos a expressão

$$p = mv,$$

a conservação do momento não é invariante pelas transformações de Lorentz.

Como devemos mudar a expressão para o momento  $p$ ?

Queremos que  $p$  seja tal que continue valendo a conservação do momento ao usarmos as transformações de Lorentz.

$$p = m(v)v$$

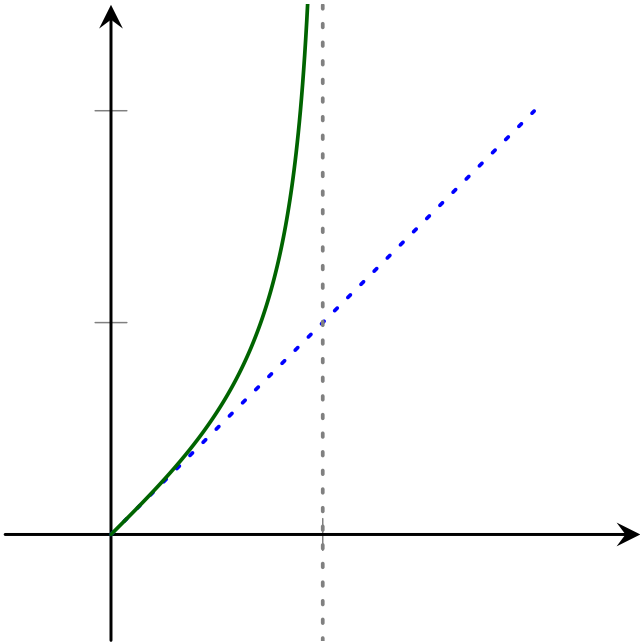
Experimento imaginado

# Momento relativístico

$$\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

# Massa relativística

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$



## Segunda lei de Newton e massa relativística

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p}$$

Esse resultado continua válido na mecânica relativística, desde que usemos o momento relativístico

$$\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

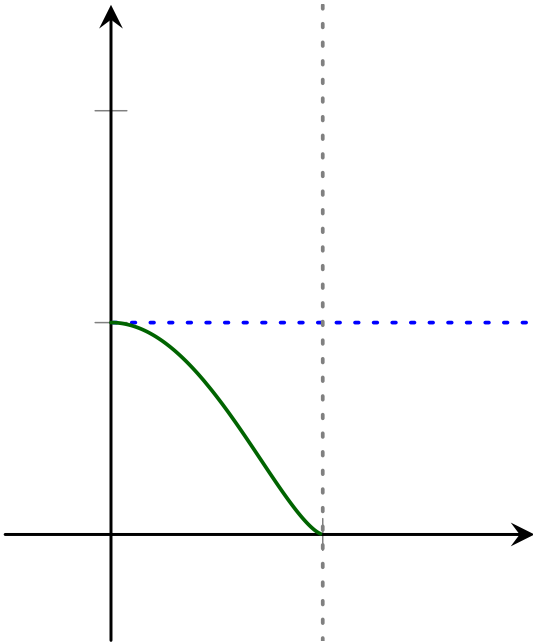
A taxa de variação do momento não é mais proporcional à aceleração!

Uma força constante não produz uma aceleração constante.

Forças paralelas à direção de movimento

$$F = \gamma^3 m_0 a$$

$$a = \frac{F}{m_0} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$



Vemos que quando a velocidade aumenta, a aceleração produzida por uma força constante diminui.

Quando a velocidade tende a  $c$  a aceleração tende a zero!

É impossível acelerar uma partícula massiva ( $m_0 \neq 0$ ) a velocidade  $c$ .

Forças perpendiculares à direção de movimento

$$F = \gamma m_0 a$$

No caso geral decompomos  $\vec{F}$  nas componentes paralelas e perpendiculares à direção do movimento.

$$\vec{F} = \gamma^3 m_0 \vec{a}_{\parallel} + \gamma m_0 \vec{a}_{\perp}.$$

O vetor força e o vetor aceleração não são paralelos!