Aplicação da transformação de Lorentz (exemplo)

Decaimento do muão:

$m_\mu = 106$ MeV

$\longrightarrow \quad N(t) = N(0)\, e^{-t/\tau} \qquad \tau$: vida média

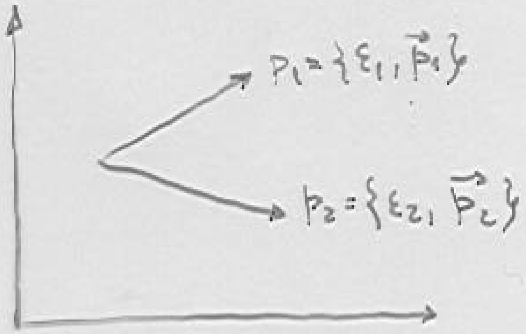
Vida média do muão ao repouso : $\tau_0 = 2{,}2\ \mu s$

Se $E_\mu = 100$ GeV, qual a vida média τ_{lab} medida no laboratório?

$$\tau_{lab} = \gamma\, \tau_0 \qquad \gamma = \frac{E}{m} = \frac{100}{.106} \simeq 10^3$$

$$\tau_{lab} \simeq 2{,}2 \text{ ms}$$

ENERGIA E MOMENTO DE UMA PARTÍCULA VISTA DO REFERENCIAL PRÓPRIO DE OUTRA PARTÍCULA:



Sistema do Laboratório

E_{21} : energia de 2 vista de 1

$E_{21} = \varepsilon_2$ no referencial em que $\vec{p}_1 = 0$

Cálculo em termos de <u>invariantes</u>:

- Invariante $\tilde{p}_1 \cdot \tilde{p}_2$
- $\tilde{p}_1 \cdot \tilde{p}_2$ no referencial em que $\vec{p}_1 = 0$:

$$\tilde{p}_1 \cdot \tilde{p}_2 = \varepsilon_1 \varepsilon_2 = m_1 \varepsilon_2$$

$$\Rightarrow \quad E_{21} = \varepsilon_2 = \frac{\tilde{p}_1 \cdot \tilde{p}_2}{m_1}$$

→ <u>invariante</u>, $\tilde{p}_1 \cdot \tilde{p}_2$ pode ser calculado no referencial mais conveniente

$$|\vec{p}_{21}|^2 = E_{21}^2 - m_2^2 = \frac{(p_1 p_2)^2 - m_1^2 m_2^2}{m_1^2}$$

ENERGIA DE UMA PARTÍCULA VISTA DO CM:

CM: Centro de Massa → (do sistema das partículas 1 e 2)

→ partícula fictícia de massa M e quadrimomento $\tilde{P} = \tilde{p}_1 + \tilde{p}_2$

donde:

$$\varepsilon_i^* = \frac{\tilde{P} \cdot \tilde{p}_i}{M}$$

Aplicação à partícula 1:

$$\varepsilon_1^* = \frac{\tilde{p}_1^2 + \tilde{p}_1 \cdot \tilde{p}_2}{M}$$

$$\left(\tilde{p}_1 \tilde{p}_2 = \frac{1}{2} \left[(\tilde{p}_1 + \tilde{p}_2)^2 - \tilde{p}_1^2 - \tilde{p}_2^2 \right] \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(M^2 - m_1^2 - m_2^2 \right)$$

$$= \frac{M^2 + (m_1^2 - m_2^2)}{2M}$$

→ Equivalente para $|\vec{p}^*|^2 = |\vec{p}_1^*|^2 = |\vec{p}_2^*|^2$

RAPIDEZ NO CENTRO DE MASSA E NO LABORATÓRIO

$$P_L = \gamma\left(P_L^* + \beta E^*\right)$$

$$E = \gamma\left(E^* + \beta P_L^*\right)$$

γ e β do CM no LAB:

$\tilde{p}_1$ - quadri mom. feixe

$\tilde{p}_2$ - quadri mom alvo

$\tilde{p}_{CM} = \tilde{p}_1 + \tilde{p}_2$

$\beta_{CM} = \frac{p_{CM}}{E_{CM}}$

$$Y^{LAB} = \frac{1}{2}\ln\frac{E+P_L}{E-P_L} = \frac{1}{2}\ln\frac{(1+\beta)\left(E^*+P_L^*\right)}{(1-\beta)\left(E^*-P_L^*\right)}$$

$$= \underbrace{\frac{1}{2}\ln\frac{E^*+P_L^*}{E^*-P_L^*}}_{Y^*} + \underbrace{\frac{1}{2}\ln\frac{(1+\beta)}{(1-\beta)}}_{Y_{CM}^{lab}}$$