

3. En un laboratorio de física de partículas se producen un tauón y un mesón  $\pi^+$  que van al encuentro uno del otro, el tauón con una velocidad de  $0,6 \cdot c$  y el pion de  $0,8 \cdot c$ , donde  $c$  es la velocidad de la luz. Determinése:

- ¿Con qué diferencia de potencial debe acelerarse el pion para que alcance su velocidad de  $0,8 \cdot c$ ? (0,5 pts.)
- ¿Con qué velocidad "ve" el tauón al pion? (0,5 pts.)
- Si la longitud propia del pion es de 1 fermi, ¿con qué longitud lo ve el tauón? (0,5 pts.)
- Enúnciense rigurosamente los postulados de la teoría de la relatividad especial. (0,5 pts.)

Masa en reposo del mesón:  $139,6 \text{ MeV}/c^2$ . Carga del mesón = Carga del protón.

Castilla y León 2018.F3.T5

$v_T = 0,6c$     $v_p = 0,8c \rightarrow$  respecto a la Tierra (sistema S)

a)  $\Delta U = ? \rightarrow v_p = 0,8c$

La energía cinética del pion cuando alcanza esa velocidad es, según la teoría de la relatividad especial es:  $E_{cp} = E_p - m_0 c^2$  donde  $E_p$  es la energía total del pion y  $m_0 c^2$  es la energía en reposo del pion.

La energía total del pion viene dada por la expresión:

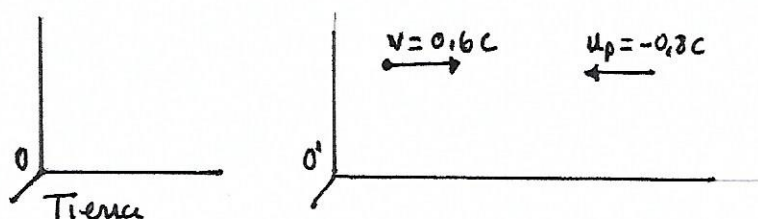
$$E_p = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_p^2}{c^2}}} \quad \text{luego} \quad E_{cp} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_p^2}{c^2}}} - m_0 c^2$$

Substituyendo los valores: 
$$E_{cp} = \frac{139,6 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{0,64 c^2}{c^2}}} - 139,6 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2$$

$$E_{cp} = 93,07 \text{ MeV}$$

## ③ (Continuación)

b)  $u'_p = ?$  → velocidad del pión respecto al tauón



El sistema  $0'$  (el del tauón) se mueve con respecto a  $0$  con una velocidad  $v = 0.6c$

El pión se mueve con respecto a  $0'$  con una velocidad  $u_p = -0.8c$

La transformación relativista de la velocidad (la inversa) es:

$$\boxed{u'_p = \frac{u_p - v}{1 - \frac{vu_p}{c^2}} = \frac{-0.8c - 0.6c}{1 - \frac{0.6c(-0.8c)}{c^2}} = \frac{-1.4c}{1 + 0.48} = -0.946c}$$

c) En el sistema del tauón, el pión se mueve con velocidad  $v_p = -0.946c$  y la longitud propia del pión es  $L_{pp} = 1$  fermi.

$$1 \text{ fermi} = 1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m.}$$

Utilizando la expresión de la contracción relativista de la longitud:

$$L = \frac{L_p}{\gamma} \quad \text{Como } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_p^2}{c^2}}} \quad \text{tenemos: } L = L_p \sqrt{1 - \frac{v_p^2}{c^2}}$$

$$\boxed{L = 1 \sqrt{1 - \frac{0.895c^2}{c^2}} = 0.324 \text{ fermi} = 3.24 \cdot 10^{-16} \text{ m.}}$$

d) Postulado 1: Todas las leyes físicas se cumplen por igual en todos los sistemas de referencia inerciales.

Postulado 2: La velocidad de la luz en el vacío es la misma en todos los sistemas de referencia inerciales y es, además, independiente del movimiento de la fuente emisora y del observador.