

① Reacciones FUERTES: Se conserva Φ , B , los sabores de quarks.
No intervienen leptones.

a) $p + p \rightarrow p + \Lambda + X$ $p = uud$, $\Lambda = uds$, $X = ?$

• Carga:

$$\Phi_{ini} = 2\Phi_p = +2, \quad \Phi_{fin} = \Phi_p + \Phi_\Lambda + \Phi_X = +1 + 0 + \Phi_X \Rightarrow \Phi_X = +1$$

• N° bariónico.

$$B_{ini} = 2B_p = 2, \quad B_{fin} = B_p + B_\Lambda + B_X = 1 + 1 + B_X \Rightarrow B_X = 0$$

la partícula X debe ser un mesón (formado por un quark y un anti-quark).

• Sabor (sabores de quarks)

Inicialmente tenemos 4 quarks up
2 = down

$$U_{ini} = 2U_p = 4$$

$$D_{ini} = 2D_p = -2 \quad (\text{los quarks down tienen } D = -1)$$

$$S_{ini} = 0 = 2S_p \quad S_p = 0, \text{ no tiene extrañeza}$$

Finalmente tenemos

$$U_{fin} = U_p + U_\Lambda + U_X$$

$$U_{fin} = 2 + 1 + U_X \Rightarrow U_X = 1$$

X debe tener un quark up.

$$S_{fin} = S_p + S_\Lambda + S_X$$

$$= 0 - 1 + S_X = S_X = 1$$

X tiene un antiquark strange: \bar{s}

De la conservación del sabor, la carga eléctrica y el número bariónico vemos que $X = u\bar{s} = \underline{\underline{K^+}}$.

b) $\pi^- + p \rightarrow \underline{\underline{\Delta^0}} + K^0 + X$ $\pi^- = d\bar{u}$, $p = uud$, $\underline{\underline{\Delta^0}} = u\bar{u}s$, $K^0 = d\bar{s}$

• Carga

$$\Phi_{\pi^-} + \Phi_p = -1 + 1 = 0$$

$$\Phi_{\Delta^0} + \Phi_{K^0} + \Phi_X = 0 \Rightarrow \Phi_X = 0$$

• N° bariónico

$$B_{ini} = B_p + B_{\pi^-} = B_p = 1$$

$$B_{fin} = B_{\Delta^0} + B_{K^0} + B_X = 1 + B_X \Rightarrow B_X = 0$$

$\Rightarrow X$ es un mesón

• Sabor

$$U_{ini} = U_{\pi^-} + U_p = 1$$

$$U_{fin} = U_{\Delta^0} + U_{K^0} + U_X = 1 + 0 + U_X \Rightarrow U_X = 0$$

$$D_{ini} = D_{\pi^-} + D_p = -2$$

$$D_{fin} = D_{\Delta^0} + D_{K^0} + D_X = 0 + 1 + D_X \Rightarrow D_X = -1$$

$$S_{ini} = S_{\pi^-} + S_p = 0$$

$$S_{fin} = S_{\Delta^0} + S_{K^0} + S_X = -2 + 1 + S_X \Rightarrow S_X = +1$$

X tiene 1 quark down y un antiquark strange: $X = d\bar{s} = \underline{\underline{K^0}}$

2) $m_b = 1777 \text{ MeV}$

a) El tau no tiene canales de decaimiento en bariones, porque debe conservarse el número bariónico; esto implica que el número bariónico del estado final debe ser 0. Podría decaer a un barión y un anti-barión. Como el barión más liviano es el protón, un decaimiento podría ser: $\tau^- \rightarrow p + \bar{p} + e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$, pero no es posible cinemáticamente: $m_\tau < 2m_p + m_e$. Ocurre lo mismo para cualquier par barión - anti barión (todos son más masivos). $m_p = 938 \text{ MeV}$

b) $\tau^- \rightarrow \pi^- + \nu_\tau$

Diagrama:



c) $\vec{N}_\pi = \frac{\vec{P}_\pi c^2}{E_\pi}$

CM

$P_\tau = (m_\tau c, \vec{0})$

$P_\pi = \left(\frac{E_\pi}{c}, \vec{P}_\pi \right)$, $P_\pi^2 = \frac{E_\pi^2}{c^2} - |\vec{P}_\pi|^2 = m_\pi^2 c^2$

$P_{\nu_\tau} = \left(\frac{E_\nu}{c}, -\vec{P}_\pi \right)$

$|\vec{P}_\pi|^2 = \frac{E_\pi^2}{c^2} - m_\pi^2 c^2$

$= \frac{(m_\pi^2 + m_\tau^2)^2 c^2 - m_\pi^2 c^2}{4m_\tau^2} = c^2 \frac{(m_\pi^4 + m_\tau^4 + 2m_\pi^2 m_\tau^2 - 4m_\pi^2 m_\tau^2)}{4m_\tau^2}$

$|\vec{P}_\pi| = c \frac{(m_\pi^4 + m_\tau^4 - 2m_\pi^2 m_\tau^2)^{1/2}}{2m_\tau}$

$|\vec{N}_\pi| = \frac{|\vec{P}_\pi| c^2}{E_\pi} = \left[\frac{(m_\pi^4 + m_\tau^4 - 2m_\pi^2 m_\tau^2)^{1/2}}{(m_\pi^2 + m_\tau^2)} \right] c$

$|\vec{N}_\pi| = 0.988 c$

$P_\tau = P_\pi + P_\nu$, $P_\tau - P_\pi = P_\nu$

$P_\tau^2 + P_\pi^2 - 2P_\tau P_\pi = P_\nu^2 = 0$
 $m_\tau^2 c^2 + m_\pi^2 c^2 - 2 \left(m_\tau E_\pi \right) = 0$

$E_\pi = \frac{(m_\pi^2 + m_\tau^2) c^2}{2m_\tau}$

3) $P + \bar{P} \rightarrow W^- + X$

a) $B_{inicial} = B_P + B_{\bar{P}} = 1 - 1 = 0$ (número bariónico)

$L_e, L_\mu, L_\tau = 0$ (números leptónicos)

$U_{inicial} = 0$ (U)

$D_{inicial} = 0$ (D)

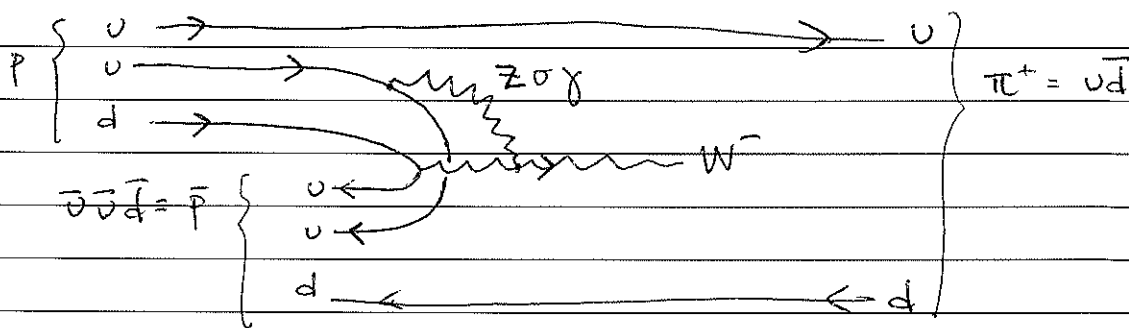
$Q_{inicial} = 0$ (Carga eléctrica)

b) X debe ser un mesón, de carga $Q_X = +1$. La reacción es Débil: no se conserva el sabor de los quarks.

La partícula X más probable es el mesón de carga +1 con quarks de la primera familia (para que no tenga elementos fuera de la diagonal de la matriz V_{CKM}) que tenga la menor masa (esto favorece cinemáticamente el proceso).

Mirando la lista de mesones, vemos que X debe ser el pión $\pi^+ = u\bar{d}$.

Un diagrama posible:



Uno más probable:

