

## Introducción a Partículas y Física Nuclear

### Guía 11

#### 1er semestre 2012

81. El pion decae predominantemente según la reacción:  $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ . Para piones en reposo, sólo se observan muones de quiralidad  $R$ . Mostrar que esto implica violación de paridad y decir cuál es la interacción responsable del decaimiento. Hacer el diagrama de Feynman y mostrar que también puede decaer a:  $e^- \bar{\nu}_e$ . Usando que la tasa de decaimiento es proporcional a  $m_\ell^2 (m_\ell^2 - m_\pi^2)^2$  ( $\ell = e, \mu$ ), comprobar que el decaimiento a muones domina por un factor  $1,2 \times 10^{-4}$ .
82. La interacción débil cargada acopla sólo fermiones  $L$  y antifermiones  $R$ . Si un fermión  $u(\vec{p})$  tiene componentes de helicidad  $h = \pm \frac{1}{2}$  en igual proporción, entonces  $u_L(\vec{p})$  (el fermión izquierdo) tienen componentes de helicidad  $h = \pm \frac{1}{2}$  en proporción  $1 \mp \frac{p}{E+m}$  respectivamente. Demostrar esta propiedad para el caso  $\vec{p} = p\hat{z}$ . Argumentar cualitativamente por qué la tasa de decaimiento del pion se anularía si el leptón tuviera masa nula, y por qué es tanto menor para el decaimiento a electrones que a muones.
83. Dibuje los diagramas de Feynman que contribuyen en primera aproximación para los siguientes procesos, y escriba la expresión que corresponde para la amplitud de transición respectiva:
- scattering  $e^- \mu^+$  con bremsstrahlung:  $e^- \mu^+ \rightarrow e^- \mu^+ \gamma$ .
  - aniquilación de pares:  $e^- e^+ \rightarrow \gamma \gamma$ .
  - scattering electrón - positrón:  $e^- e^+ \rightarrow e^- e^+$ .
84. Diga cuáles son los decaimientos leptónicos posibles del  $\tau$ . Dibuje los diagramas de Feynman correspondientes. Argumente a partir de ellos cómo depende la tasa de decaimiento con la masa del bosón  $W$ . Con argumentos dimensionales, estime cómo depende la tasa de decaimiento de la masa del  $\tau$  (sabiendo que puede despreciarse la dependencia en la masa de los productos del decaimiento). Usando el valor experimental para la vida media del  $\mu$ , y los valores de las masas del  $\mu$  y del  $\tau$ , estime una cota superior para la vida media (expresada en segundos) del  $\tau$ . Compare con el valor experimental, y explique a qué se debe la diferencia si la hubiere.
85. Obtenga la expresión para la probabilidad de hallar un neutrino muónico a una distancia  $L$  (medida en kilómetros) del lugar donde fue emitido en función del ángulo de mezcla  $\theta$ , la energía del haz  $E$  (medida en GeV) y la diferencia de masas  $\Delta m^2 = m_2^2 - m_1^2$  (medida en  $(\text{eV}/c^2)^2$ ):

$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_\mu) = 1 - \sin^2 2\theta \sin^2 \left( \frac{1,27 \Delta m^2 L}{E} \right) .$$