

## Estructura de la Materia 4 (2c/12)

### Práctica 10: Kaones, CP y neutrinos

1. Obtenga la expresión para la probabilidad de hallar un neutrino electrónico 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  $eV^2$ ):

$$P(\nu_e \rightarrow \nu_e) = 1 - \sin^2 2\theta \sin^2 \left( \frac{1.27 \Delta m^2 L}{E} \right)$$

2. Suponga que un haz puro de kaones  $K_L$  atraviesa una delgada placa absorbente cuyo efecto es cambiar la fase relativa entre las amplitudes de los  $K^0$  y los  $\bar{K}^0$  en  $10^\circ$ . Calcule el número de decaimientos de  $K_S$  (relativo al número de partículas incidentes) que serán observados en los primeros 5 centímetros luego de la placa absorbente. Suponga, por simplicidad, que las partículas tienen impulso  $mc$ .
3. Si CP no se conserva en el decaimiento de los kaones neutros, entonces los estados con energía definida no son el  $|K_L\rangle$  y el  $|K_S\rangle$  sino otros ligeramente diferentes  $|K'_L\rangle$  y  $|K'_S\rangle$  tal que

$$|K'_L\rangle \sim (1 + \epsilon)|K^0\rangle + (1 - \epsilon)|\bar{K}^0\rangle$$

con  $\epsilon$  complejo y pequeño en módulo ( $|\epsilon| \sim 2 \times 10^{-3}$ ), que parametriza la no conservación de CP en esos decaimientos. La amplitud correspondiente a que la partícula se encuentre en el estado  $|K'_L\rangle$  (o  $|K'_S\rangle$ ) varía según  $e^{-i\omega_L t - t/2\tau_L}$  (o  $e^{-i\omega_S t - t/2\tau_S}$ ) con  $\hbar\omega_L = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$ , etc. y  $\tau_L \gg \tau_S$ .

**a)** Escriba expresiones normalizadas para los estados  $|K'_L\rangle$  y  $|K'_S\rangle$  en términos de los  $|K^0\rangle$  y  $|\bar{K}^0\rangle$ .

**b)** Calcule el cociente entre la amplitud de decaimiento del  $K'_L$  en dos piones (estado con CP=+1) y la del  $K'_S$  también en dos piones. Qué nos dice este cociente respecto de  $\epsilon$ ?