

**Estructura de la Materia 4 (Segundo Cuat. de 2006)**  
**Práctica 7: Interacciones débiles y modelo standard**

**Problema 1:** Considere el lagrangiano de la teoría electrodébil. A partir de éste, dibuje un vértice que, según las reglas de Feynman, llevaría a la violación del número de extrañeza  $s$ . Al hacerlo, estaría mostrando que este número cuántico puede violarse en interacciones débiles.

**Problema 2:** Considere la interacción propuesta por la teoría efectiva de Fermi, la cual está dada por el término de interacción siguiente

$$L_I = G_F \bar{\psi}_R \gamma^\mu \psi_L \bar{\psi}_R \gamma_\mu \psi_L$$

donde los subíndices  $R, L$  refieren a la parte derecha  $\bar{\psi}_R = \frac{1}{2}\bar{\psi}(1+\gamma^5)$  e izquierda  $\psi_L = \frac{1}{2}(1-\gamma^5)\psi$  de los spinores. Entonces, estime el orden de magnitud de la constante de Fermi  $G_F$  en función de la constante de acoplamiento de la teoría electrodébil y de la masa de los portadores  $W^\pm, Z^0$  de dicha interacción.

**Problema 3:** A nivel árbol (i.e. sin considerar contribuciones con lazos en los diagramas de Feynman) la transformación  $e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+$  está mediada tanto por el fotón como por el bosón de gauge  $Z^0$ . Dibuje los diagramas correspondientes y discuta cómo el diagrama que involucra al portador  $Z^0$  se ve suprimido a bajas energías con respecto a aquél que corresponde al fotón como mediador. Es decir, discuta cuán suprimido se encuentra uno respecto al otro y compare esto con la energía media del proceso en cuestión.

**Problema 4:** Se pide discutir las reglas de Feynman de los procesos que se detallan a continuación.

a) Discuta la transformación  $\bar{u}u \rightarrow \bar{d}d$  y su análoga  $\bar{u}u \rightarrow \bar{s}s$  en el contexto de la interacción débil a nivel árbol. Luego de dibujar los diagramas de Feynman correspondientes, discuta cómo el segundo de estos procesos se encuentra suprimido respecto al primero por un factor que depende del ángulo de Cabibbo. ¿Cómo sería el caso de los procesos  $\bar{c}c \rightarrow \bar{d}d$  y  $\bar{c}c \rightarrow \bar{s}s$ ?

b) Dibuje todos los diagramas de Feynman que, a nivel árbol, contribuyen al proceso de interacción  $e\bar{e} \rightarrow \nu_e\bar{\nu}_e$ . Luego de esto, discuta si podría existir el proceso  $e\bar{e} \rightarrow \nu_\mu\bar{\nu}_\mu$ ; de ser el caso, dibuje los diagramas que contribuyen a éste al mismo orden.

**Problema 5:** Considere el lagrangiano libre de Dirac

$$L = i\bar{\psi}\gamma^\mu\partial_\mu\psi - m\bar{\psi}\psi.$$

a) Muestre que éste es invariante ante la transformación  $\psi \rightarrow e^{i\gamma^5} \psi$  si y sólo si  $m = 0$ .

b) Sabíamos también de la invarianza ante  $\psi \rightarrow e^{i\alpha} \psi$ . Muestre que ésta está en correspondencia (una versión del teorema de Nöther) con la conservación de la corriente  $J^\mu = i\bar{\psi}\gamma^\mu\psi$  que satisface la ecuación de continuidad para el caso de las soluciones de Dirac.

c) Ahora, considere el lagrangiano quirral

$$L = i\bar{\psi}_R\gamma^\mu\partial_\mu\psi_L$$

e infiera la forma de la corriente que, análogamente a cómo  $J^\mu = i\bar{\psi}\gamma^\mu\psi$  es conservada en el caso del lagrangiano libre de Dirac, es conservada ahora para el caso de este nuevo lagrangiano.

**Problema 6:** Se pide que dibuje los diagramas de Feynman correspondientes a los siguientes procesos:

a) Un proceso de interacción débil que lleve a la violación del número leptónico.

b) Un proceso que, mediante la interacción débil, dé cuenta de la interacción  $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ .

c) Un proceso mediante el cual un barión formado por tres quarks *sdu* pueda descomponerse en un protón y un pión.

d) Un posible decaimiento de un barión con extrañeza  $s = -3$  en un barión y un mesón neutro.