

Estructura de la Materia 4 (2006-1c)

Práctica 7: continuación

4. Considere el lagrangiano de QCD

$$\mathcal{L}_{QCD} = \bar{\Psi}(x)(i\not{\partial}I - M)\Psi(x) + g\bar{\Psi}(x)\gamma^\mu T_a\Psi(x)G_\mu^a - \frac{1}{4}G_{\mu\nu}^a G_a^{\mu\nu}$$

donde $T^a \equiv \frac{\lambda^a}{2}$ y $G_{\mu\nu}^a \equiv \partial_\mu G_\nu^a - \partial_\nu G_\mu^a - g f_{abc}G_\mu^b G_\nu^c$, que es invariante ante transformaciones del grupo SU(3) local de color

$$\begin{cases} \Psi(x) \rightarrow e^{ig\alpha_a(x)T^a}\Psi(x) \\ G_\mu^a \rightarrow G_\mu^a - \partial_\mu\alpha^a(x) - g f_{abc}\alpha^b(x)G_\mu^c \end{cases}$$

a) Distribuya la derivada covariante e identifique el término de interacción entre quarks y gluones.

b) Expanda el término de gluones $-\frac{1}{4}G_{\mu\nu}^a G_a^{\mu\nu}$ en el lagrangiano e indentifique los términos del lagrangiano que corresponden a los acoplamientos de tres y cuatro gluones.

c) Dibuje los cuatro diagramas que, a orden más bajo, α_s^2 , contribuyen al proceso de scattering gluón-gluón, $gg \rightarrow gg$.

Práctica 8: Charm, Cabibbo, e interacciones

1. El estado fundamental de un sistema de tres quarks, qqq , tiene $l = 0$ y $s = 1/2^+$. Con $q = u, d, s$ ésto da lugar a 8 estados $J^P = 1/2^+ : p, n, \Lambda, \Sigma^+, \Sigma^-, \Sigma^0, \Xi^0, \Xi^-$.

(a) Incluyendo ahora el quark c , prediga que bariones $\frac{1}{2}^+$ adicionales espera con $C = +1$.

(b) A partir del decaimiento débil del quark c , $c \rightarrow s + W^+$, prediga un canal de decaimiento para cada uno, y estime la vida media.

(c) Buscando en la Tabla de Partículas, compruebe si todos han sido encontrados. Note la nomenclatura y verifique sus asignaciones de masa, carga y vida media.

2. Dibuje todos los diagramas de Feynman factibles al orden más bajo para los siguientes procesos

a. $u\bar{u} \rightarrow d\bar{d}$ b. $gg \rightarrow c\bar{c}$ c. $gs \rightarrow gs$ d. $c \rightarrow se^+\nu_e$
e. $\mu^- \rightarrow e^-\bar{\nu}_e\nu_\mu$ f. $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ g. $gg \rightarrow gg$ h. $g\gamma \rightarrow u\bar{u}$
i. $W^-u \rightarrow dg$

3. En los siguientes procesos, diga cuáles ocurren y cuáles no, según el modelo estandar. Justifique mediante diagramas de Feynman que es lo que lo prohíbe, o que interacción, o interacciones, son las responsables.

- a. $\Sigma^- \rightarrow \Lambda + \pi^-$ d. $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ g. $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$ j. $\Sigma^- \rightarrow n + e^- + \bar{\nu}_e$
 b. $\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$ e. $\Sigma^+ \rightarrow p + \gamma$ h. $\Xi^- \rightarrow n + \pi^-$ k. $D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+ \pi^-$
 c. $\Delta^- \rightarrow n + \pi^-$ f. $\Delta^+ \rightarrow p + \gamma$ i. $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e$ l. $D^0 \rightarrow K^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$

4. Considere las siguientes formas de decaimiento del mesón D^+ ($c\bar{d}$)

$$D^+ \rightarrow \bar{K}_0 \pi^+$$

$$D^+ \rightarrow K_0 \pi^+$$

De ellas sólo una se observa experimentalmente. En base a diagramas de Feynman, indique cuál de ellas es. Comente a cerca de la conservación (no-conservación) del sabor en dichos procesos.

5. Muestre que para un ángulo de Cabibbo $\theta_c = 13^\circ$ se predice la siguiente relación entre los decaimientos del D^0 : $K^- \pi^+ : \pi^- \pi^+ : K^+ \pi^- \simeq 360 : 19 : 1$