Estructura de la Materia 4 (2006-1c06)
Práctica 7: continuación

4. Considere el lagrangiano de QCD

$$\mathcal{L}_{QCD} = \overline{\Psi}(x)(i\partial\!\!\!/ I - M)\Psi(x) + g\overline{\Psi}(x)\gamma^\mu T_a \Psi(x) G^a_\mu - \frac{1}{4} G^a_{\mu\nu} G^{\mu\nu}_a$$

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

$$\begin{cases} \Psi(x) \to e^{i\, g\alpha_a(x) T^a}\Psi(x) \\ G^a_\mu \to G^a_\mu - \partial_\mu \alpha^a(x) - g\, f_{abc}\alpha^b(x) G^c_\mu \end{cases}$$

a) Distribuya la derivada covariante e identifique el término de interacción entre quarks y gluones.
b) Expanda el término de gluones $-\frac{1}{4}G^a_{\mu\nu}G^{\mu\nu}_a$ 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, $gg \to gg$.

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

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

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

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

$$D^+ \to K_0\pi^+$$

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: $K^-\pi^+ : \pi^-\pi^+ : K^+\pi^- \simeq 360 : 19 : 1$