

Introdução à Física de Partículas

Prof. Gustavo Burdman

Lista 6

1. A partícula α é um estado ligado de dois prótons e dois nêutrons (4He). Não existe um isótopo do hidrogênio de peso atômico 4 (ou seja 4H).
 - a) O que você pode concluir em relação ao isospin da partícula α ?
 - b) Explique porque a reação $d + d \rightarrow \alpha + \pi^0$ não tem sido observada.
2. Considere a Lagrangiana de Dirac

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

Se impomos invariância de gauge $SU(N)$, os férmions se transformam segundo

$$\psi \rightarrow e^{i\alpha^a t^a} \psi \quad (\simeq 1 + i\alpha^a t^a \psi) ,$$

onde t^a são os geradores de $SU(N)$, os parâmetros $\alpha^a(x)$ dependem da posição, e $a = 1, 2, \dots (N^2 - 1)$. Os geradores são matrizes de $N \times N$, unitárias e de traço nulo, e satisfazem as regras de comutação

$$[t^a, t^b] = i f^{abc} t^c ,$$

onde os f^{abc} são números chamados de constantes de estrutura. Se a derivada covariante é

$$D_\mu = \partial_\mu - ig t^a A_\mu^a ,$$

obtenha as transformações de gauge dos campos A_μ^a .

(Dica: Basta trabalhar com uma transformação de gauge infinitesimal para ψ .)

3. **Caso Geral:** Vamos verificar a invariância de gauge da Lagrangiana

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{2}\text{Tr} [F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}] + \bar{\psi} (i \not{D} - m) \psi$$

onde $D_\mu = \partial_\mu - igA_\mu$, $A_\mu \equiv A_\mu^a t^a$, e os t^a são os geradores do grupo não-abeliano. As transformações de gauge são:

$$\psi'(x) = U(x)\psi(x), \quad A'_\mu(x) = UA_\mu(x)U^{-1} - \frac{i}{g}(\partial_\mu U(x))U(x)^{-1}$$

(a) Mostre que com essa transformação para $A_\mu(x)$, obtemos que a transformação da derivada covariante é $(D_\mu\psi)' = UD_\mu\psi$.

(b) Defina $F_{\mu\nu}$ pela igualdade $[D_\mu, D_\nu]\psi = igF_{\mu\nu}\psi$. Mostre que $[D'_\mu, D'_\nu]\psi' = igF'_{\mu\nu}\psi' = U(igF_{\mu\nu}\psi)$, e que por tanto $F'_{\mu\nu} = UF_{\mu\nu}U^{-1}$.

(c) Verifique que $\mathcal{L}(\psi', \bar{\psi}', A'_\mu) = \mathcal{L}(\psi, \bar{\psi}, A_\mu)$.

(d) Mostre que

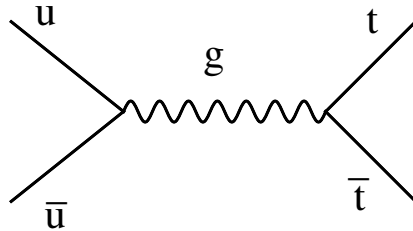
$$F_{\mu\nu} = F_{\mu\nu}^a t^a = (\partial_\mu A_\nu^a - \partial_\nu A_\mu^a + gf^{abc}A_\mu^b A_\nu^c)$$

onde f^{abc} é definido por $[t^a, t^b] = if^{abc}t^c$.

4. *Desenhe todos* os diagramas de Feynman que contribuem para $gg \rightarrow gg$, na primeira ordem em teoria de perturbações (ordem g^2). O mesmo para $gg \rightarrow t\bar{t}$, onde t é o quark top.

5. **Produção de quarks top em QCD:**

a) Escreva a amplitude para produção de pares de quarks top a partir de quarks up no proton: $u\bar{u} \rightarrow t\bar{t}$.



b) Calcule a seção de choque diferencial $d\sigma/d\Omega$.