INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Exame de Introdução à Teoria do Campo

Curso de Física Tecnológica - 1996/97

(18/3/97)

I

Verifique explicitamente as seguintes identidades:

a) $u^\dagger(p,s)u(p,s') = 2\ E_p\ \delta_{ss'}$ onde $E_p = \sqrt{|\vec{p}|^2 + m^2}$

b) $\gamma^\mu\gamma^\alpha\gamma^\beta\gamma^\nu\gamma_\alpha\gamma_\beta = Ag^{\mu\nu} + Bg^{\mu\nu}\gamma_5 + C\epsilon^{\mu\nu\alpha\beta}\ \sigma_{\alpha\beta} + D\epsilon^{\mu\nu\alpha\beta}\ \sigma_{\alpha\beta}\gamma_5$. Determine A, B, C e D.

c) $\sigma^{\mu\nu}\sigma_{\mu\nu} = A + B\gamma_5$. Determine A e B.

II

Considere o processo $\mu^+\mu^- \to \nu_e\ \overline{\nu}_e\gamma$ no quadro do modelo padrão das interações electrofracas.

a) Desenhe os diagramas que contribuem para o processo em ordem mais baixa.

b) Escreva a amplitude total na forma

$$M = \epsilon^\mu(k)\ M_\mu$$

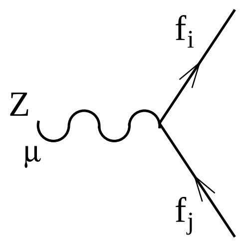
onde k é o 4-momento do γ.

c) Mostre a invariância de gauge em relação ao fotão, isto é,

$$k^\mu\ M_\mu = 0$$

III

Considere uma teoria mais geral que o modelo padrão das interações electrofracas onde existem n fermiões f_i^- e as suas antipartículas f_i^+ onde $i = 1, 2, \ldots n$. A interação mais geral com o Z é dada por



$$\frac{ig}{\cos\theta_W}\ \gamma_\mu\left(O_L P_L + O_R P_R\right)$$

a) Escreva a amplitude para o processo $Z \to f_i^- f_j^+$.

b) Mostre que a expressão para a largura é

$$\begin{aligned}\Gamma &= \frac{m_Z}{24\pi} \frac{g^2}{\cos^2\theta_W} \sqrt{\left[1-(x_i+x_j)^2\right]\left[1-(x_i-x_j)^2\right]} \\ &\quad \left\{(O_L^2+O_R^2)\left[1-\frac{1}{2}(x_i^2+x_j^2)-\frac{1}{2}(x_i^2-x_j^2)^2\right]+6O_LO_Rx_ix_j\right\}\end{aligned}$$

onde $x_i = \frac{m_i}{m_Z}$.

c) Mostre que no caso de $f_i^- = f_j^- = e$ (electrão) a expressão anterior se reduz ao resultado conhecido dado no livro.