INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Exame de Introdução à Teoria do Campo

Curso de Física Tecnológica - 1997/98 (11/2/98)

I

a) Considere a combinação de matrizes $\Gamma = \not{p}_1 \not{p}_2 \not{p}_3 (1 - \gamma_5)$, onde p_i são 4-momentos arbitrários. Calcule $\overline{\Gamma} = \gamma^0 \Gamma^\dagger \gamma^0$.

b) Verifique que $\overline{u}(p,s)u(p,s') = 2\ m\ \delta_{ss'}$.

c) Verifique a identidade $\epsilon^{\alpha\beta\mu\nu}\epsilon_{\alpha\beta}{}^{\rho\sigma} = A\, g^{\mu\nu}\, g^{\rho\sigma} + B\, g^{\mu\rho}\, g^{\nu\sigma} + C\, g^{\mu\sigma}\, g^{\nu\rho}$. Determine A, B e C.

II

Considere o processo $\nu_\mu + e^- \to \nu_\mu + e^- + \gamma$ no quadro do modelo padrão das interacções electrofracas.

a) Desenhe o(s) diagrama(s) que contribuem para o processo em ordem mais baixa.

b) Escreva a amplitude para o processo.

c) Mostre que a amplitude é invariante de gauge, isto é, se $\mathcal{M} \equiv \epsilon^\mu(k)\, \mathcal{M}_\mu$ onde k é o 4-momento do fotão, então temos $k^\mu \mathcal{M}_\mu = 0$.

III

Considere o processo $\nu_\mu + e^- \to \nu_\mu + e^-$ no quadro do modelo padrão das interacções electrofracas.

a) Desenhe o(s) diagrama(s) e escreva a amplitude invariante para o processo.

b) Considere que todas as energias são muito inferiores à massa do Z. Escreva a expressão para a amplitude nessa aproximação.

c) Mostre que no limite em que se desprezam todas as massas dos fermiões (mas sendo ainda válida a aproximação da alínea anterior) a secção eficaz no referencial do centro de massa se pode escrever

$$\sigma = \frac{32 G_F^2 s}{3} \left[\left({g_V^\nu}^2 + {g_A^\nu}^2 \right) \left({g_V^e}^2 + {g_A^e}^2 \right) + 2 g_V^\nu g_A^\nu g_V^e g_A^e \right]$$

onde s é o quadrado da energia no centro de massa e $G_F/\sqrt{2} = g^2/8m_W^2$.

d) Determine σ em picobarns sabendo que no referencial do laboratório (onde os electrões se podem considerar parados) o ν_μ tem a energia de 1 GeV.

e) Sem fazer as contas escreva a secção eficaz para o processo $\overline{\nu}_\mu + e^- \to \overline{\nu}_\mu + e^-$.