

Teoria do Campo – Série 4

Curso de Engenharia Física Tecnológica – 2009/2010

Entregar até 14/6/2010

Versão de 06/05/2010

4.1 Considere o processo $e^+e^- \rightarrow \nu_e\bar{\nu}_e$.

- a) Quais os diagramas que contribuem para esse processo ?
- b) Escreva a amplitude correspondente ao diagrama dominante para $\sqrt{s} \simeq M_Z$.
- c) Mostre que para $\sqrt{s} \simeq M_Z$ temos

$$\frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \nu_e\bar{\nu}_e)}{\sigma(e^+e^- \rightarrow e^+e^-)} \simeq 2 \tag{1}$$

4.2 Considere o decaimento $W^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_e$.

- a) Calcule a velocidade do electrão no referencial em que o W está em repouso.
- b) Escreva a expressão para a amplitude do processo.
- c) Desprezando a massa do electrão calcule a largura do decaimento. Compare os resultados anteriores com os valores do Particle Data Group (PDG), <http://pdg.lbl.gov/>.

4.3 Desprezando as massas dos fermiões calcule o *branching ratio* $BR(W^- \rightarrow e^- \nu)$ definido por

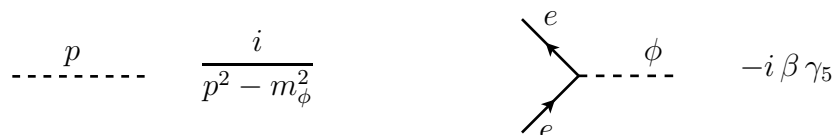
$$BR(W^- \rightarrow e^- \nu) \equiv \frac{BR(W^- \rightarrow e^- \nu)}{\Gamma_W}, \tag{2}$$

onde $\Gamma_W = \Gamma(W^- \rightarrow \text{tudo})$. Compare com o valor do PDG.

4.4 Considere a teoria descrita pelo seguinte Lagrangeano

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{\text{QED}} + \frac{1}{2} \partial_\mu \phi \partial^\mu \phi - \beta \bar{\psi} \gamma_5 \psi \phi$$

onde ϕ é um campo (pseudo)-escalar (spin 0) neutro e ψ é o electrão. A constante β não tem dimensões (no sistema $\hbar = c = 1$). Os novos propagadores e vértices são:



Considere o decaimento $\phi \rightarrow e^+ + e^-$ no mesmo modelo.

- a) Escreva a amplitude invariante para o processo.
- b) Calcule a largura de decaimento $\Gamma(\phi \rightarrow e^+ + e^-)$ em função dos parâmetros do modelo.
- c) Imagine que se mede $m_\phi = 5 \text{ GeV}$ e um tempo de vida média $\tau_\phi = 2 \times 10^{-22} \text{ s}$. Qual o valor de β ?