

Teoria do Campo – Série 3

Curso de Engenharia Física Tecnológica – 2011/2012

Entregar até 1/6/2012

Versão de 01/05/2012

3.1 Considere em QED o processo $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$.

- Escreva a amplitude para o processo.
- Mostre que esta amplitude é invariante de gauge.

3.2 Deduza a Eq. (4.120) do livro, isto é, mostre que se tem para fermiões com massa,

$$\sum_{\lambda} v(q, \lambda s) \bar{v}(q, \lambda s) = \not{q} - m .$$

onde

$$v(q, +s) = \frac{s(p_1, p_2)}{m} u_+(p_1) - u_-(p_2)$$
$$v(q, -s) = \frac{s^*(p_2, p_1)}{m} u_-(p_1) - u_+(p_2)$$

3.3 Para os processos seguintes desenhe o(s) diagrama(s) que contribuem em ordem mais baixa de teoria de perturbações.

- $e^+e^- \rightarrow \nu_e \bar{\nu}_e$
- $e^+e^- \rightarrow \nu_\mu \bar{\nu}_\mu$
- $e^+e^- \rightarrow \nu_e \bar{\nu}_e \gamma$

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

- Calcule a velocidade do electrão no referencial em que o W está em repouso.
- Escreva a expressão para a amplitude do processo.
- 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/>.

3.5 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:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{---} p \text{---} & \frac{i}{p^2 - m_\phi^2} & \begin{array}{c} e \\ \swarrow \\ \searrow \\ e \end{array} \text{---} \phi \text{---} & -i\beta\gamma_5
 \end{array}$$

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

- Escreva a amplitude invariante para o processo.
- Calcule a largura de decaimento $\Gamma(\phi \rightarrow e^+ + e^-)$ em função dos parâmetros do modelo.
- 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 ?