



Exame de Introdução à Teoria do Campo

Curso de Física Tecnológica - 2001/2002 (30/1/2002)

I

- Construa o Hamiltoniano H da equação de Dirac para partículas livres no espaço dos momentos.
- Calcule o comutador $[H, \vec{L}]$, onde $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ é o momento angular orbital.
- Calcule o comutador $[H, \vec{S}]$, onde $\vec{S} = \frac{1}{2}\vec{\Sigma}$ é o momento angular intrínseco ou spin.
- Use os resultados anteriores para calcular $[H, \vec{J}]$, onde $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$. Comente.

II

Considere o processo $t(p) \rightarrow b(q_1) + W^+(q_2) + \gamma(k)$ no quadro do modelo padrão das interações electrofracas, onde p, q_1, q_2 e k são os momentos das partículas indicadas.

- Desenhe o(s) diagrama(s) que contribuem para o processo em ordem mais baixa.
- Escreva a amplitude para o processo.
- 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 fóton, então temos $k^\mu \mathcal{M}_\mu = 0$.

Nota 1: O fóton tem interação com todas as partículas carregadas, e portanto também com o W^\pm . Os vértices com o t e o b estão no livro. O vértice com o W^\pm é,

$$ie \left[g^{\mu\nu}(p_2 - p_3)^\rho + g^{\nu\rho}(p_3 - p_1)^\mu + g^{\rho\mu}(p_1 - p_2)^\nu \right]$$

Nota 2: O vector de polarização do W^\pm satisfaz $q_2^\mu \epsilon_\mu(q_2) = 0$.

III

Considere o decaimento do quark **top**, $t \rightarrow b + W^+$, quadro do modelo padrão das interações electrofracas.

- Desenhe o(s) diagrama(s) que contribuem para o processo em ordem mais baixa.
- Escreva a amplitude para o processo.
- Calcule a largura de decaimento em função de m_t, m_b e m_W , no referencial em que o **top** está em repouso.
- Calcule o tempo de vida média do **top**, no referencial em que o **top** está em repouso e noutro referencial em que tem velocidade $c/2$. **Dados:** $m_t = 175$ GeV, $m_b = 5$ GeV e $m_W = 80$ GeV.