



Exame de Teoria do Campo

Curso de Física Tecnológica - 2011/2012
Entregar até ao dia 29/6/2012 às 18 horas

Como este ano este trabalho está a ser disponibilizado num período mais alargado, seria bom que não esperassem todos pela data limite para eu ter tempo de cumprir a data de lançamento das notas.

O problema situa-se dentro do Modelo Standard (SM) das interações fracas e electro-magnéticas. Os acoplamentos estão no livro de texto. Os valores das massas e das larguras que precisar pode encontrar no site do *Particle Data Group* em <http://pdg.lbl.gov/>.

Considere o processo $H^0(p) \rightarrow W^-(k) + c(q_1) + \bar{s}(q_2)$ no modelo padrão. **Em todos os cálculos despreze a massa do quark s , isto é, faça $m_s = 0$, mas não a do quark c .** Despreze a mistura dos sabores dos quarks, isto é, tome $V_{CKM} = \mathbb{1}$.

- 1) Escreva as amplitudes invariantes para este processo.
- 2) Calcule a largura de decaimento do bosão de Higgs, H . Faça um gráfico da largura para uma massa do bosão de Higgs nos intervalos ainda não excluídos pelo LHC, aproximadamente, $M_H \in [115, 130]$ GeV e $M_H \in [600, 1000]$ GeV. Indique neste gráfico a importância relativa dos diferentes diagramas e da sua interferência.
- 3) Para $M_H = 125$ GeV, faça o gráfico da distribuição de energias (espectro), do bosão W^- , isto é,

$$\frac{d\Gamma}{dE_W}$$

em função de E_W , onde E_W é a energia do W^- no referencial do bosão de Higgs.

- 4) Sabendo que no referencial próprio, onde $k^\mu = (M_W, 0, 0, 0)$, o vector polarização longitudinal se escreve $\varepsilon_L^\mu(k) = (0, 0, 0, 1)$, satisfazendo $\varepsilon_L(k) \cdot \varepsilon_L(k) = -1$ e $\varepsilon_L(k) \cdot k = 0$, mostre que no referencial onde o W se desloca com velocidade $\vec{\beta}$, esse vector se escreve,

$$\varepsilon_L^\mu(k) = (\gamma\beta, \gamma\hat{\beta})$$

onde, como habitualmente, $\vec{\beta} = \vec{k}/E$, $\gamma^{-1} = \sqrt{1 - \beta^2}$ e $\hat{\beta} = \vec{\beta}/\beta$. Verifique que as relações invariantes $\varepsilon_L(k) \cdot \varepsilon_L(k) = -1$ e $\varepsilon_L(k) \cdot k = 0$ se mantêm.

- 5) Considere agora que é possível medir a polarização longitudinal do bóson W^- . Calcule a largura de decaimento do H para o caso em que o W^- tem polarização longitudinal, designada por largura longitudinal, Γ_L . Faça um gráfico, para os mesmos intervalos da massa do Higgs indicados na alínea 2), da razão

$$R = \frac{\Gamma_L}{\Gamma_L + \Gamma_T}$$

Discuta os resultados. Notar que não precisa de calcular a largura para polarização transversal, Γ_T , pois $\Gamma_{\text{Total}} = \Gamma_L + \Gamma_T$ e Γ_{Total} foi o que calculou na alínea 2).

NOTAS

1. O texto <http://porthos.ist.utl.pt/CTQFT/files/RealExample.pdf> pode ajudar a fazer as integrações de três partículas no estado final, com as adaptações necessárias.