



Exame de Introdução à Teoria do Campo

Curso de Física Tecnológica - 2004/2005

(Entregar até ao dia 25/7/2005 às 18 horas.)

Os problemas seguintes situam-se dentro do modelo standard das interacções fracas e electro-magnéticas. Os acoplamentos e demais informações necessárias encontram-se no livro de texto, excepto os vértices do bosão de Higgs que estão no final do enunciado.

I

Considere o processo $e^+e^- \rightarrow f\bar{f}$ (com $f = \mu, u, d$).

- Calcule a secção eficaz diferencial $d\sigma/d\Omega$.
- Calcule a assimetria frente-trás A_{FB} definida por

$$A_{FB} = \frac{\sigma_F - \sigma_B}{\sigma_F + \sigma_B}$$

onde

$$\sigma_F = 2\pi \int_0^1 d(\cos\theta) \frac{d\sigma}{d\Omega} \quad \sigma_B = 2\pi \int_{-1}^0 d(\cos\theta) \frac{d\sigma}{d\Omega}$$

- Faça um gráfico de A_{FB} em função de \sqrt{s} entre 70 e 110 GeV, para o leptão μ e para quarks do tipo u ou d .
- Procure na literatura valores experimentais para a assimetria e compare com os valores obtidos. Comente os resultados.

II

Considere os três processos de produção do bosão de Higgs num colisionador linear (neste momento em fase de projecto),

$$e^-e^+ \rightarrow ZH, \quad e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+H, \quad e^-e^+ \rightarrow \nu\bar{\nu}H$$

- Calcule as secções eficazes no referencial do centro de massa em função das massas das partículas e da energia do centro de massa \sqrt{s} . Para o processo $e^-e^+ \rightarrow ZH$ é possível ter um resultado final analítico. Para os outros processos leve as contas até ao ponto de fazer numericamente as integrações que faltarem. Não esquecer que

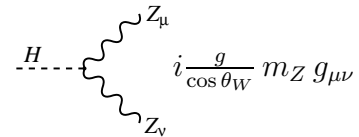
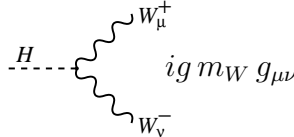
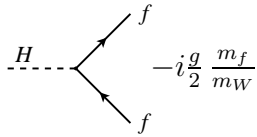
$$\sigma(e^-e^+ \rightarrow \nu\bar{\nu}H) = \sum_{i=e,\mu,\tau} \sigma(e^-e^+ \rightarrow \nu_i\bar{\nu}_iH)$$

pois os neutrinos não são detectados. Desprezar as massas de todos os leptões.

- Faça um gráfico conjunto das três secções eficazes para $\sqrt{s} \in [150, 500]$ GeV. Para estes gráficos tome $m_H = 120$ GeV.
- Estes processos estão muito bem estudados na literatura. Faça uma busca bibliográfica para encontrar um exemplo de um deles e para um ponto particular (\sqrt{s}, m_H) reproduza o resultado. Entregue uma cópia do gráfico da referência que encontrar.

Notas

1. Vértices do bóson de Higgs.



2. No problema **II** há um sinal *menos* entre os diagramas em que há aniquilação do electrão e positrão (ditos canal s) e aqueles em que não há (ditos canal t).
3. Nos gráficos, apresente as larguras em **GeV** e as secções eficazes em fentobarns (**fb**).
4. No problema **II** repare que as secções eficazes $e^-e^+ \rightarrow \nu_\mu\bar{\nu}_\mu H$ e $e^-e^+ \rightarrow \nu_\tau\bar{\nu}_\tau H$ são iguais (porquê?) e iguais a uma parte de $e^-e^+ \rightarrow \nu_e\bar{\nu}_e H$. Com estas observações só tem que calcular o quadrado de dois diagramas e a sua interferência. Todos as secções eficazes se podem escrever em termos dessas três funções mudando as constantes apropriadamente. Isto simplifica bastante as contas, claro.