

FI -194 - Teoria de Campos I
Primeiro semestre de 2017
Lista de Exercícios 3

Data da entrega: 03/05/2017

Tópicos: Seções de choque, taxas de decaimento e propagador de Feynman

1. **Decaimento do muon na teoria de Fermi** O múon decai em um elétron, anti-neutrino do elétron e o neutrino do múon

$$\mu^- \rightarrow e^- \nu_\mu \bar{\nu}_e$$

- (a) Desenhe o diagrama de Feynman considerando a troca do bóson W .

Na teoria de Fermi, o elemento de matriz para este processo, ignorando as massas do elétron e dos neutrinos, é dada por

$$|\mathcal{M}|^2 = 32G_F^2(m^2 - 2mE)mE,$$

onde m é a massa do múon, E é a energia do antineutrino do eletron, e $G_F = 1.166 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}$ é a constante de Fermi.

- (b) Desenhe o diagrama de Feynman deste processo, considerando a teoria de Fermi. Qual é a diferença principal entre o diagrama feito no item (a) ?

- (c) Faça a integral sobre $d\Pi_{\text{LIPS}}$ e mostre que a taxa de decaimento é dada por

$$\Gamma = \frac{G_F^2 m^5}{192\pi^3},$$

- (d) Converta de unidades naturais para inverso de segundos, usando $m = 106 \text{ MeV}$, e compare o seu resultado com o valor observado $\tau = \Gamma^{-1} = 2.20 \mu\text{s}$. Qual é diferença percentual entre eles? O que pode corrigir esta discrepância?

2. **Seção de choque**

Repita com detalhes os cálculos e apresente os principais conceitos do Seção 5.3 do livro texto (Schwartz) sobre o espalhamento $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.

3. **Variáveis de Mandelstam**

Considerando que a seção de choque no CM do espalhamento $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ é dada por

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{e^4}{64\pi^2 E_{CM}^2} (1 + \cos^2 \theta),$$

(a) Determine as quantidades invariantes de Lorentz (

$$s = (p_{e^+} + p_{e^-})^2, \quad t = (p_{\mu^-} - p_{e^-})^2, \quad u = (p_{\mu^+} - p_{e^-})^2,$$

conhecidas como variáveis de Mandelstam, em termos do CM e $\cos \theta$, assumindo que $m_\mu = m_e = 0$.

(b) Derive a relação entre s , t e u .

(c) Rescreva $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ em termos de s , t , e u .

(d) Agora suponha de m_μ e $m_e = 0$ não são nulas. Derive a relação entre s , t e u e as massas.

4. Propagador de Feynman

Repita com detalhes os cálculos e apresente os principais conceitos do Seção 6.2 do livro texto (Schwartz) sobre a definição do propagador de Feynman para uma teoria livre.