

Teoria e Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali

Emanuele Re

30/01/2023

Tempo a disposizione: 3 ore.

Scrivere in modo chiaro e leggibile. Si consiglia di fare i calcoli prima in brutta copia e di riportarli solo successivamente in bella copia. In bella copia devono comunque comparire sia i passaggi di calcolo non banali sia, dove opportuno, brevi commenti su proprietà o considerazioni che si stanno usando da uno step al successivo.

Si consideri il processo di scattering

$$u(p_1) + \bar{d}(p_2) \rightarrow W^+(k) + H(p)$$

dove H è il bosone di Higgs e W^+ è il vettore bosone carico del Modello Standard. Siano m_H e m_W le masse dei due bosoni, e si trascurino le masse dei fermioni iniziali. Siano inoltre $s = (p_1 + p_2)^2$, $t = (p_1 - k)^2$ e $u = (p_2 - k)^2$.

1. Calcolare l'ampiezza modulo quadro per tale processo, nel caso in cui il W e i fermioni iniziali non siano polarizzati.
2. Calcolare la sezione d'urto differenziale per tale processo nel sistema del centro di massa, in funzione dell'energia totale e dell'angolo θ di scattering del W rispetto alla direzione del fascio incidente, ovvero il quark up.

Non assumere per data la formula dell'elemento di volume dello spazio delle fasi, ma ricavarla per il caso in esame.

facoltativo, indipendente dal problema principale: Dimostrare che

$$\frac{d^3k}{(2\pi)^3 2k^0} = \frac{1}{(2\pi)^3 2} |\vec{k}_t| d|\vec{k}_t| dy d\phi$$

con ϕ angolo azimutale attorno all'asse z , $|\vec{k}_t|^2 = (k_x^2 + k_y^2)$ e $y = \frac{1}{2} \log \left(\frac{k^0 + k^3}{k^0 - k^3} \right)$.

Formule utili:

- vertice $q\bar{q}W$ (trascurando CKM matrix): $-i\frac{g_w}{2\sqrt{2}}\gamma^\mu(1 - \gamma_5)$
- vertice HWW : $+ig_w m_W g_{\mu\nu}$