Teoria e Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali

Emanuele Re

22/04/2024

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.

Problema 1

Si consideri il processo di scattering

$$e^-(k) + \tau^+(p) \rightarrow e^-(k') + \tau^+(p'),$$

con $(k+p)^2 = s$, $k^2 = k'^2 = 0$, $p^2 = p'^2 = m^2$ (ovvero si consideri l'elettrone massless e il leptone tau massivo).

1. All'ordine più basso nella costante di accoppiamento debole, disegnare i diagrammi di Feynman che rappresentano tale processo e scriverne le rispettive ampiezze.
2. Calcolare il valore della variabile x di Bjorken, definita come

$$x = \frac{Q^2}{2p \cdot q}, \quad \text{dove } q \equiv k - k', \quad Q^2 = -q^2.$$

Se opportuno, commentare il risultato ottenuto.

3. Calcolare la sezione d'urto differenziale

$$\frac{d\sigma}{dQ^2}$$

considerando solo le interazioni elettromagnetiche (ovvero solo la QED).

Problema 2

Il branching ratio per il decadimento $t \rightarrow b + \nu + e^+$, cioè

$$Br(t \rightarrow b\nu e^+) = \frac{\Gamma(t \rightarrow b\nu e^+)}{\Gamma_t^{\text{total}}}$$

vale circa 1/9. Perché?