

Aufgabe 20. relativistischer Pionenzerfall

Das neutrale Pion, π^0 , zerfällt normalerweise in zwei Photonen, es kann aber auch in ein Elektron-Positron Paar zerfallen. Die effektive Hamiltonichte dafür ist:

$$\mathcal{H}_{\text{int}} = ig\bar{\Psi}(x)\gamma^5\Psi(x)\phi(x)$$

wobei ϕ das π^0 Feld (neutrales Klein-Gordon Feld) und Ψ das Elektron-Positron Feld bedeuten.

- (a) Zeigen Sie, dass \mathcal{H}_{int} hermitisch ist.
- (b) Berechnen Sie das Streumatrixelement des Zerfalls $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+$ in niedrigster Ordnung Störungstheorie.
- (c) Berechnen Sie die Zerfallrate, wobei wegen $m_{\pi^0} = 135\text{MeV} \gg m_e = 0.511\text{MeV}$, $m_e \approx 0$ gesetzt werden kann.

Aufgabe 21.

Betrachten Sie die Vernichtung eines Elektron-Positron Paares in zwei Photonen, $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$.

- (a) Zeichnen Sie alle Feynman Diagramme die zu diesem Prozess beitragen, bis in zweiter Ordnung $\mathcal{O}(e^2)$ in der Elektronladung. Dabei seien die Impulse des einfallenden Elektrons p_- , des einfallenden Positrons p_+ , und der resultierenden Photonen k_1 und k_2 . Beschriften Sie die Diagramme mit diesen Impulsen, sowie mit den Impulsen sämtlicher innerer Linien.
- (b) Bestimmen Sie zu jedem Diagramm die zugehörigen Feynman Amplituden.

Aufgabe 22.

Betrachten Sie die Streuung zweier Protonen, vermittelt durch den Austausch eines Photons oder eines neutralen π^0 Mesons. Zeichnen Sie eindeutig beschriftete Feynman Diagramme der zugehörigen Wechselwirkungen, zu niedrigster Ordnung in der Elektronladung e oder der Pion-Nukleon-Nukleon Kopplungskonstante g . Geben Sie für die zugehörigen \mathcal{M} -Matrizen vollständige mathematischen Ausdrücke an.