

[Übungsgruppen Donnerstag 27.11. 12-14 und 16-18 in D6-135]

Aufgabe 6.1: Zerfallsrate $\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$

Betrachten wir das Resultat der Aufgabe 5.3, mit

$$r_0 = \frac{1}{2m} \sqrt{m^4 + m_1^4 + m_2^4 - 2m^2m_1^2 - 2m^2m_2^2 - 2m_1^2m_2^2}.$$

Nehmen wir folgende Werte für die Massen, $m = m_\rho = 770$ MeV, $m_1 = m_2 = m_\pi = 140$ MeV, sowie $\mathcal{M} = 2$ GeV für die Amplitude.

- Was erhalten Sie für die Lebensdauer? Vergleichen Sie anschließend mit der Lebensdauer des physikalischen ρ Teilchens z.B. auf <http://pdg.lbl.gov>
- Zeichnen Sie die Zerfallsrate als Funktion von m . Was ist die physikalische Interpretation davon?

Aufgabe 6.2: Rapidität

Es gibt viele Möglichkeiten für die Auswahl kinematischer Variablen. Wenn z.B. die Strahlrichtung als die z -Achse gewählt wird, definieren wir die Rapidität y als

$$y \equiv \frac{1}{2} \ln \left(\frac{E + p_z}{E - p_z} \right).$$

- Zeigen Sie, dass der Viererimpuls $p^\mu = (m_T \cosh(y), p_x, p_y, m_T \sinh(y))$ geschrieben werden kann, wobei $m_T = \sqrt{m^2 + p_x^2 + p_y^2}$ die transversale Masse bezeichnet.
- Betrachten wir die Rapiditäten zweier Teilchen. Zeigen Sie ausgehend von der Additionsformel für Geschwindigkeiten, wie sich Rapiditäten addieren.

Aufgabe 6.3: Mandelstam-Variablen

- Zeigen Sie, dass die Mandelstam-Variablen definiert als $s \equiv (Q_A + Q_B)^2$, $t \equiv (Q_A - P_1)^2$ und $u \equiv (Q_A - P_2)^2$ nicht unabhängig sind:

$$s + t + u = m_A^2 + m_B^2 + m_1^2 + m_2^2.$$

- Nehmen wir an, dass $m_A = m_B = m_1 = m_2 = M$ gilt. Was ist die kinematisch erlaubte Region in der (s, t) -Ebene?

Aufgabe 6.4:

Ausgehend von folgendem Resultat aus der Vorlesung

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{|\vec{p}_1| |\mathcal{M}|^2 (|\vec{q}_A|, |\vec{p}_1|, \cos(\theta))}{(8\pi)^2 |\vec{q}_A| (E_A + E_B)^2}$$

leiten Sie bitte einen Ausdruck für $d\sigma/dt$ her, der nur von den folgenden Invarianten $m_A^2, m_B^2, m_1^2, m_2^2, s, t$ abhängt.