

Aufgabe 19: Zerfall $A \rightarrow 1 + 2$

Setzen Sie die Werte $M = m_\rho = 770$ MeV, $m_1 = m_2 = m_\pi = 140$ MeV, und $\mathcal{M} = 2$ GeV ins Resultat der Aufgabe 17(c) ein.

(a) Was erhalten Sie für die Lebensdauer? Vergleichen Sie anschliessend mit der Lebensdauer des physikalischen ρ -Teilchens, die Sie z.B. auf <http://pdg.lbl.gov> finden.

(b) Zeichnen Sie die Zerfallsrate als Funktion von M . Was ist die physikalische Interpretation dieser Struktur?

Aufgabe 20: Rapidität y

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

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

(a) Zeigen Sie, daß der Viererimpuls nun als $p = (m_T \cosh(y), p_x, p_y, m_T \sinh(y))$ geschrieben werden kann, wobei $m_T \equiv \sqrt{m^2 + p_x^2 + p_y^2}$ als "transversale Masse" bezeichnet wird.

(b) Können Sie (ausgehend von der Additionsformel für Geschwindigkeiten $v = \frac{v_1 + v_2}{1 + v_1 v_2}$, wobei z.B. $v_z = \frac{p_z}{E}$) zeigen wie sich zwei Rapiditäten addieren?

Aufgabe 21: Mandelstam-Variablen s, t, u

(a) Zeigen Sie, daß die Mandelstam-Variablen $s \equiv (q_A + q_B)^2$, $t \equiv (q_A - p_1)^2$ und $u \equiv (q_A - p_2)^2$ nicht unabhängig sind:

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

(b) Welches ist die kinematisch erlaubte Region in der (s, t) -Ebene, falls $m_A = m_B = m_1 = m_2 \equiv m$ gilt?

Aufgabe 22: Streuung $A + B \rightarrow 1 + 2$

Können Sie, ausgehend vom Ausdruck für den differentiellen Wirkungsquerschnitt [vgl. Vorlesung; Skript S.32]

$$\frac{d\sigma_{2 \rightarrow 2}}{d\Omega} = \frac{1}{(8\pi)^2} \frac{|\mathbf{p}_1|}{|\mathbf{q}_A|} \frac{|\mathcal{M}|^2(|\mathbf{q}_A|, |\mathbf{p}_1|, \cos\theta)}{(E_A + E_B)^2},$$

einen Ausdruck für $d\sigma/dt$ herleiten [hier ist t nicht Zeit, sondern Mandelstam-Variable], der nur von den Invarianten $m_A^2, m_B^2, m_1^2, m_2^2, s, t$ abhängt?

[Hinweis: starten Sie z.B. mit $d\sigma/dt = (d\sigma/d\cos\theta)(d\cos\theta/dt) = \dots$]