Übungen zu Elementarteilchenphysik	**Blatt Nr. 05**	10.11.2010

[Besprechung 18.11 in den Übungen 12-14 (D6-135) 16-18 (D6-135)]

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

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 $A + B \to 1 + 2$

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

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

einen Ausdruck für $\mathrm{d}\sigma/\mathrm{d}t$ 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 $\mathrm{d}\sigma/\mathrm{d}t = (\mathrm{d}\sigma/\mathrm{d}\cos\theta)(\mathrm{d}\cos\theta/\mathrm{d}t) = ...$]