

## Übung Nr. 8

**Diskussionsthema:** Erläutern Sie die Feynman-Regeln zur Berechnung einer Amplitude.

In diesem Zettel werden natürliche Einheiten verwendet.

### Aufgabe 26. Zwei-nach-zwei Streuung $a + b \rightarrow 1 + 2$

Können Sie, ausgehend vom Ausdruck des in der Vorlesung angegebenen differentiellen Wirkungsquerschnitts

$$\frac{d^2\sigma}{d^2\Omega}(\theta, \varphi) = \frac{1}{(8\pi)^2} \frac{|\vec{p}_1|}{|\vec{p}_a|} \frac{|\mathcal{M}(|\vec{p}_a|, |\vec{p}_1|, \cos\theta)|^2}{(E_a + E_b)^2}$$

einen Ausdruck für  $d\sigma/dt$  herleiten, der nur von den Lorentz-invarianten Größen  $m_a^2, m_b^2, m_1^2, m_2^2, s$  und  $t$  abhängt? Dabei bezeichnen  $s$  und  $t$  Mandelstam-Variablen und  $\theta$  den Winkel zwischen  $\vec{p}_a$  und  $\vec{p}_1$ .

*Hinweis:* Starten Sie z.B. mit  $\frac{d\sigma}{dt} = \frac{d\sigma}{d\cos\theta} \frac{d\cos\theta}{dt} = \dots$ .

### Aufgabe 27. Feynman-Diagramme

Betrachten Sie eine Theorie mit dem Wechselwirkungsterm  $\hat{\mathcal{L}}_I \equiv g \hat{\phi}_1 \hat{\phi}_2 \hat{\phi}_3$  in der Lagrange-Dichte. Es gelte  $m_1 > m_2 + m_3$ , so dass der Zerfall  $1 \rightarrow 2 + 3$  kinematisch erlaubt ist. Zeichnen Sie die Feynman-Diagramme der Ordnungen  $\mathcal{O}(g)$ ,  $\mathcal{O}(g^2)$  sowie  $\mathcal{O}(g^3)$  für diesen Prozess.

### Aufgabe 28. Bhabha-Streuung

Können Sie in der QED die Amplitude  $\mathcal{M}$  zur führenden Ordnung in der Kopplungskonstanten für die Bhabha<sup>1</sup>-Streuung

$$e^-(\vec{p}_1, \sigma_1) + e^+(\vec{p}_2, \sigma_2) \rightarrow e^-(\vec{p}_3, \sigma_3) + e^+(\vec{p}_4, \sigma_4)$$

durch die Dirac-Spinoren  $u(\vec{p}_1, \sigma_1)$ ,  $\bar{v}(\vec{p}_2, \sigma_2)$ ,  $\bar{u}(\vec{p}_3, \sigma_3)$  und  $v(\vec{p}_4, \sigma_4)$  ausdrücken?

*Hinweis:* Zeichnen Sie zuerst das (die?) relevante(n) Feynman-Diagramm(e).

---

<sup>1</sup>H. J. BHABHA, 1909–1966