

## Übung Nr. 11

**Diskussionsthema:** Quarkmodell und Partonmodell

In diesem Zettel werden natürliche Einheiten verwendet.

### Aufgabe 38. Hadronenerzeugung in Elektron-Positron-Streuung

Wenn die Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$  der einlaufenden Teilchen viel größer als die Elektronenmasse ist, lautet der totale Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung eines fermionischen Teilchen-Antiteilchen-Paars  $f\bar{f}$

$$\sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow f\bar{f}) = Q_f^2 \frac{4\pi}{3} \left( \frac{\alpha_{\text{e.m.}}}{\sqrt{s}} \right)^2$$

wobei  $Q_f$  die elektrische Ladung des erzeugten Fermions in Einheiten von  $e$  ist. In der Vorlesung wurde das Verhältnis

$$R(\sqrt{s}) \equiv \frac{\sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})}{\sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)} \quad (1)$$

definiert. Was wäre Ihre Vorhersage für  $R(\sqrt{s})$  für  $\sqrt{s} = 2$  GeV und  $\sqrt{s} = 5$  GeV?

### Aufgabe 39. Inelastische Elektron-Positron-Streuung

Können Sie sehen, warum im Verhältnis (1) der Wirkungsquerschnitt für Hadronenerzeugung in Elektron-Positron-Streuprozessen nicht mit jenem für elastische Streuung, sondern mit dem Wirkungsquerschnitt für Myon-Paarherzeugung verglichen wird?

### Aufgabe 40. Tiefinelastische Streuung

Betrachten Sie den inelastischen Prozess  $e^- + p \rightarrow e^- + X$ . Sei  $E$  bzw.  $E'$  die Energie des ein- bzw. auslaufenden Elektrons und  $\theta$  dessen Streuwinkel.

- i. Wie hängen die Variablen  $Q_E^2$  und  $x_{\text{Bj}}$  von  $E$ ,  $E'$  und  $\theta$  ab?
- ii. Zeigen Sie, dass  $0 \leq x_{\text{Bj}} \leq 1$  gilt.

### Aufgabe 41. Summenregeln im Partonmodell

Man kann verschiedene „Summenregeln“ für die Verteilungsfunktionen der Partonen im Proton herleiten. So folgt z.B. aus der Definition des Gesamtimpulses des Protons die Gleichung (vgl. Vorlesung)

$$\int_0^1 x \sum_i f_i(x) dx = 1.$$

Betrachten Sie die Verteilungsfunktionen  $u_v(x)$ ,  $d_v(x)$ ,  $s(x)$ ,  $\bar{s}(x)$  und  $g(x)$ . Welche Regeln folgen aus der Tatsache, dass das Proton die elektrische Ladung  $Q = +1$  und die Baryonenzahl  $B = +1$  hat und keine Strangeness  $S$  besitzt? Warum spielen die Verteilungsfunktionen  $u_s(x)$ ,  $\bar{u}_s(x)$ ,  $d_s(x)$ ,  $\bar{d}_s(x)$  in diesen Summenregeln keine Rolle?