

**Aufgabe 27:** Myon-Paarerzeugung  $e^- + e^+ \rightarrow \mu^- + \mu^+$ 

- (a) Welche Feynman-Diagramme tragen zu  $e^- + e^+ \rightarrow \mu^- + \mu^+$  in führender Ordnung bei?  
 (b) Aus welcher in der Vorlesung vorgeführten Rechnung können Sie daher (ohne weitere Rechnung) auf den totalen Streuquerschnitt  $\sigma_{\text{tot}}$  für den obigen Prozess schließen?  $\sigma_{\text{tot}} = ?$

**Aufgabe 28:** Tiefinelastische Streuung

- (a) Wie hängen (für gegebenes  $E$ )  $Q_{E,x}^2$  von  $E', \Theta$  ab?  
 (b) Zeigen Sie, daß  $0 \leq x \leq 1$  gilt.

**Aufgabe 29:** Summenregeln im Partonmodell

Man kann verschiedene "Summenregeln" für die Verteilungsfunktionen der Partonen herleiten. So folgt z.B. aus der Definition des Gesamtimpulses des Protons  $\int_0^1 dx x \sum_i f_i(x) = 1$  (vgl. Vorlesung). Betrachten Sie die Verteilungsfunktionen  $u_v(x)$ ,  $d_v(x)$ ,  $s(x)$ ,  $\bar{s}(x)$  und  $g(x)$ . Welche Regeln folgen aus den Tatsachen, daß

- (a) das Proton die elektrische Ladung  $Q = +1$  hat?  
 (b) das Proton keine Seltsamkeit  $S$  besitzt?

**Aufgabe 30:** laufende Kopplung der QCD

Die "laufende Kopplungskonstante"  $g_s(Q_E)$  der QCD erfüllt

$$Q_E \partial_{Q_E} g_s^2(Q_E) = -2 b_0 g_s^4(Q_E), \quad \text{für } Q_E \gg 1 \text{ GeV},$$

mit  $b_0 \equiv (11N_c - 2N_f)/48\pi^2$  und  $N_c = N_f = 3$ . Ermitteln Sie die allgemeine Lösung dieser Differentialgleichung. [Hinweis: hier (und auch sonst) ist  $\partial_x Y = dY/dx$  gemeint.]

**Aufgabe 31:** QCD-Skala

Die "QCD-Skala" wird durch

$$\Lambda_{\text{QCD}} \equiv \lim_{Q_E \rightarrow \infty} Q_E \exp \left[ -\frac{1}{2 b_0 g_s^2(Q_E)} \right]$$

definiert, wobei  $g_s^2(Q_E)$  die in Aufgabe 30 ermittelte Lösung ist. Experimente haben gezeigt, daß  $\alpha_s(91 \text{ GeV}) = g_s^2(91 \text{ GeV})/4\pi \approx 0.12$ . Welchen Wert erhalten Sie damit für  $\Lambda_{\text{QCD}}$ ?