

# Hausübungen 15 zur Vorlesung „Kern- und Teilchenphysik“

Humboldt-Universität zu Berlin, WS 2009/2010,

Prof. Th. Lohse, U. Schwanke, O. M. Kind

Ausgabe: 1. Februar 2010

Abgabe: 8. Februar 2010

## Aufgabe 1: Laufende Kopplungskonstante (50%)

Im Jahre 1997 veröffentlichte die CLEO-Kollaboration einen Wert für das  $R$ -Verhältnis von 3,56. Hierbei bedeutet  $R$  das Verhältnis zwischen hadronischem und myonischem Produktionsquerschnitt in der  $e^+e^-$ -Streuung. CLEO war ein Vielzweckdetektor, welcher am Cornell Electron Storage Ring CESR betrieben wurde. CESR lief damals bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 10,52$  GeV, also knapp unterhalb der  $\Upsilon(4s)$ -Resonanz.

Bestimmen Sie in nächsthöherer Ordnung Störungstheorie die Kopplungsstärke der starken Wechselwirkung  $\alpha_s$ . Vergleichen Sie diese mit der elektromagnetischen Kopplungsstärke in dem betreffenden Prozess. Bestimmen Sie auch  $\alpha_s(M_Z^2)$ .

## Aufgabe 2: Schwache Quarkzerfälle (15%)

In einer hochenergetischen hadronischen Wechselwirkung wird ein Top-Quark produziert. Nehmen Sie hypothetisch an, dass es Teil eines  $T^+$ -Mesons ( $t\bar{d}$ ) wird und dann zerfällt, wobei das schwere Quark wiederholt seine Flavour ändert ohne das Meson weiter zu beeinflussen. Skizzieren Sie die wahrscheinlichste Zerfallskette mit Hilfe entsprechender Feynman-Diagramme und benennen Sie die unterschiedlichen Mesonen. Ignorieren Sie alle Teilchen, die aus  $W$ -Zerfällen stammen.

## Aufgabe 3: Cabibbo-Winkel (35%)

Das  $D^0$ -Meson besteht aus einem  $c$ -Quark und einem  $\bar{u}$ -Quark und zerfällt (unter anderem) in  $K^-\pi^+$ ,  $\pi^-\pi^+$  und  $K^+\pi^-$ .

- Zeichnen Sie ein Feynman-Diagramm bzw. Quarkliniendiagramm für jeden der drei Zerfälle.
- Schätzen Sie in der Näherung der Existenz von nur zwei Familien von Quarks und Leptonen die Verhältnisse der Verzweigungsverhältnisse ab. Rechnen Sie mit einem Cabibbo-Winkel von  $13,1^\circ$  und normieren Sie auf  $\mathcal{B}(D^0 \rightarrow K^-\pi^+)$ . Vergleichen Sie mit den Angaben der PDG und kommentieren Sie auftretende Abweichungen.