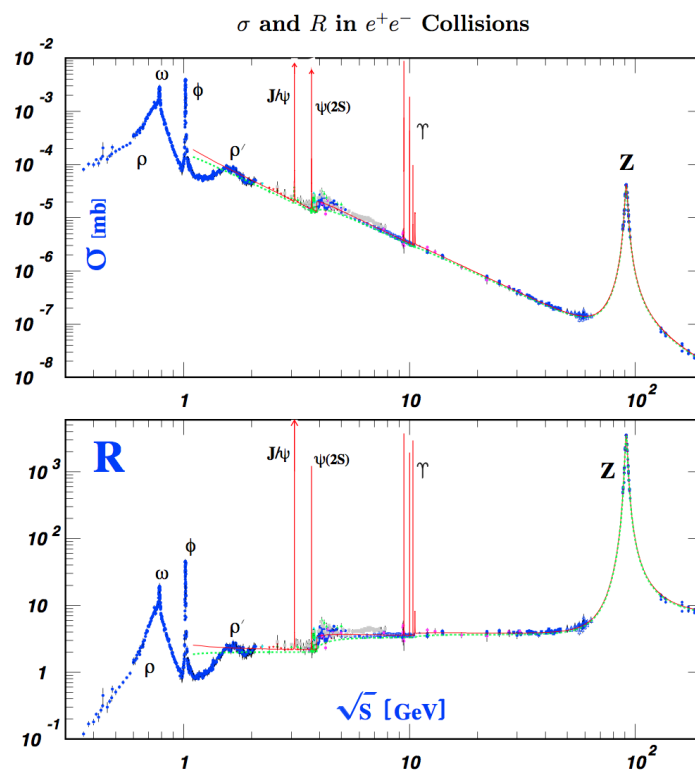


Übung 10 zur Vorlesung Physik V

Aufgabe 1: Hadron-Erzeugung

Die Abbildung zeigt Messungen des Wirkungsquerschnittes $\sigma(e^+e^- \rightarrow q\bar{q})$ und des Verhältnisses

$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow q\bar{q})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$



Die Quarks werden in den Detektoren in Form von Hadronen nachgewiesen.

- Zeichnen Sie die Feynman-Diagramme für beide Prozesse. 1
- Wie groß ist das Verhältnis der Propagatoren für Photon- und Z^0 - Austausch bei einer Schwerpunktsenergie von $\sqrt{s} = M_Z/2$? 1
- Wie groß ist die Mindestenergie für die Erzeugung eines $q\bar{q}$ Paares? Wie interpretieren Sie die Erhöhung von R im Bereich $2 \text{ GeV} < \sqrt{s} < 5 \text{ GeV}$? 1
- Berechnen Sie für reinen Photon-Austausch das Verhältnis R für zunächst eine Quarksorte für den Fall, dass die Quarkmasse und die Myonmasse vernachlässigbar sind. Was ergibt sich für mehrere Quarksorten? Vergleichen Sie das Resultat mit der Graphik. 1
- Wie interpretieren Sie die Resonanz bei $\sqrt{s} = 90 \text{ GeV}$? Bei 200 GeV ist R deutlich größer als bei 50 GeV . Was bedeutet dies für die Kopplungskonstante des Z^0 im Vergleich zur Kopplungskonstante des Photons? 2

Aufgabe 2: W -Erzeugung und Jakobi-Peak

In Proton-Antiproton-Kollisionen werden W -Bosonen z.B. im Prozess

$$u\bar{d} \rightarrow W^+ \rightarrow e^+\nu_e$$

nachgewiesen.

- a) Nehmen Sie zunächst an, dass die W nicht polarisiert sind, sondern isotrop zerfallen. Berechnen Sie die Verteilung für den Jakobi-Peak, $dN/d(P_{T,e})$. Wie kann man die W -Masse messen? **3**
- b) Warum sind die W polarisiert? **1**

Aufgabe 3: Paritätsverletzung im Muon-Zerfall

Ein Muon zerfällt in ein Elektron, ein Anti-Elektron-Neutrino und ein Muon-Neutrino.

- a) Zeichnen Sie das dazu gehörige Feynman-Diagramm. **1**
- b) Im Ruhesystem des Muons zeige der Muon-Spin in z -Richtung. Zeichnen Sie in diesem System ein Bild der Impulse für diejenigen Winkel der Teilchen, für die der Elektronimpuls maximal ist. Zeichnen sie die Spinrichtungen der Zerfallsprodukte ein. (Hinweis: Nehmen Sie für die Neutrinos an, dass Sie masselos sind.) **2**
- c) Zeigen Sie, dass in dem Muon-Zerfall die Parität verletzt ist. **2**

Aufgabe 4: Top Quark

Der dominante Prozess für $t\bar{t}$ Produktion beim LHC ist Gluon-Gluon-Fusion. Jedes der top-Quarks zerfalle in ein anderes Quark und ein W .

- a) Wie groß sind die erwartete Verzweungsverhältnisse für $t\bar{t}$ Ereignisse in 0, 1 oder 2 geladene Leptonen und Quarks. **2**
- b) Betrachten Sie den Endzustand mit $e^+e^-b\bar{b} + X$. Welcher andere Prozess im Standard-Modell kann sonst zum selben Endzustand führen? Wie kann man die Prozesse unterscheiden? **3**