

Ausgabe: 23.11.2012
Abgabe: 30.11.2012

Übung 6 zur Vorlesung Teilchenphysik für Fortgeschrittene

Aufgabe 1: Matrixelementen für schwere Teilchen (10 Punkte)

In der Elektron-Positron-Annihilation werden $c\bar{c}$ und $b\bar{b}$ -Quarkpaare erzeugt, und zwar unter 90° zur Strahlrichtung. Für den Schwellenbereich, in dem die Schwerpunktsenergie kaum grösser ist als die zweifache c-Masse von 1.5 GeV (b-Masse = 4.5 GeV) hängt das Matrixelement von dieser Masse ab.

Berechnen Sie und zeichnen Sie das Verhältnis der Matrixelemente für $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$ und $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$ im Bereich der Schwerpunktsenergie zwischen der doppelten und der achtfachen c-Masse. Berechnen Sie dazu explizit die Produkte von Viererimpulsen, die in den Matrixelementen auftreten und das Matrixelement selbst.

Aufgabe 2: Totaler Wirkungsquerschnitt (10 Punkte)

- a) Vergleichen Sie das Matrixelement für den Prozess $e^-\mu^- \rightarrow e^-\mu^-$ mit dem Wirkungsquerschnitt für Rutherford - Streuung,

$$\sigma \sim \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$$

Worin unterscheiden sich diese Wirkungsquerschnitte ?

- b) Für den Prozess $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ lautet im Grenzwert vernachlässigbarer Massen das Matrixelement

$$|M|^2 = 2e^4 \frac{t^2 + u^2}{s^2}$$

Berechnen Sie explizit aus dem Matrixelement den totalen Wirkungsquerschnitt durch Integration über den ganzen Raumwinkel (in nb).

- c) Schätzen sie aus dem Zahlenwert des Wirkungsquerschnitts ab wie groß der Radius der Elektronen oder Muonen höchstens sein kann. (Unter welchen Bedingungen gilt diese Abschätzung.)
- d) Ihr Detektor misst Muonen nur bis zu Winkeln von 15° zum Strahlrohr. Wie groß ist die Akzeptanz der Messung ?