

Ausgabe: 1.12.2014
Fällig am: 8.12.2014
Discussion: 11.12.2014

Institut für Experimentalphysik

Exercises to Advanced Particle Physics

WS 15/16

Roman Kogler, Peter Schleper

Blatt 7

Aufgabe 2: Totaler Wirkungsquerschnitt (5 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 ?

Aufgabe 2: Compton-Streuung (6 Punkte)

Der Wirkungsquerschnitt für Compton - Streuung lautet in niedrigster Ordnung und unter Vernachlässigung der Elektron - Masse

$$\frac{d\sigma}{dt} = \frac{2\pi\alpha^2}{s^2} \left(\frac{-u}{s} + \frac{-s}{u} \right)$$

- a) Zeichnen Sie die dazugehörigen Feynman - Diagramme.
- b) Berechnen und skizzieren Sie den Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d(\cos\theta^*)$.
- c) Für jedes der zwei Teilchen in Anfangszustand und im Endzustand sind jeweils zwei Helizitäten möglich (warum?). Welche der 8 Kombinationen sind möglich und welche nicht ? Vergleichen Sie mit der Formel für den Wirkungsquerschnitt.

Aufgabe 2: Drell - Yan Prozess (3 Punkte)

Wie verhalten sich die Wirkungsquerschnitte der Drell-Yan Prozesse

$$\pi^+ + n \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$$

und

$$\pi^- + p \rightarrow \mu^+\mu^- + \text{Hadronen}$$

zueinander im Rahmen des Quark-Parton Modells bei einer Schwerpunktsenergie des Leptonpaares von z.B. 30 GeV. Es sollen nur Valenzquarks berücksichtigt werden. Zeichnen Sie die entsprechende Feynmanngraphen.