

Institut für Experimentalphysik

Exercises to Advanced Particle Physics

WS 15/16

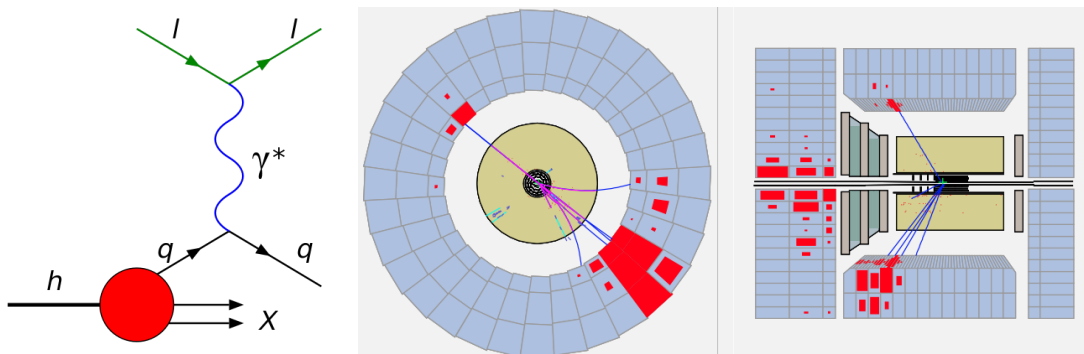
Roman Kogler, Peter Schleper

Blatt 5

Aufgabe 1: Mandelstam Variablen bei HERA

6 Punkte

Beim HERA Beschleuniger wurden Elektronen auf eine Energie von 27,6 GeV und Protonen auf eine Energie von 920 GeV beschleunigt und zur Kollision gebracht. In einem der Experimente wurde ein Elektron mit einer Energie von 50 GeV und einem Streuwinkel von $\theta = 110^\circ$ relativ zur Strahlachse der Elektronen beobachtet.



- Berechnen Sie die Mandelstam Variablen s , t und u des ep Systems.
- Das räumliche Auflösungsvermögen ergibt sich durch die Unschärferelation aus dem Impulsübertrag $\sqrt{|t|}$ vom Elektron auf das Proton. Berechnen sie dieses Auflösungsvermögen in Einheiten von Metern.
- Welche Energie hat das einlaufende Quark im Laborsystem?
Tipp: Verwenden Sie $m_q \approx 0$.
- Berechnen Sie den Impuls des auslaufenden Quarks im Laborsystem.
- Berechnen Sie \hat{s} und \hat{t} des eq Systems.
- Wie groß ist der Streuwinkel θ^* im Schwerpunktsystem von Elektron und Quark?

Aufgabe 2: Stromerhaltung in e^+e^- Streuung**8 Punkte**

In einem Experiment werden Elektronen und Positronen in Kollision gebracht. Beide Strahlen sind 100% positiv polarisiert in z-Richtung. Die Spinquantisierungsachse z stimmt mit der Impulsrichtung der Elektronen überein. Berechnen Sie den Strom für den Streuprozess $e^-(p)e^+(p') \rightarrow \mu^-(k)\mu^+(k')$. Nehmen Sie an, dass die Massen der einlaufenden und auslaufenden Teilchen vernachlässigbar gegenüber ihren Energien sind. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der in der Vorlesung als Helizitätsamplitude über d-Funktionen abgeleiteten Form.

- a) Berechnen Sie zunächst die Komponenten des 4-er Stroms des einlaufenden e^+e^- Paares $j^\mu(e^+e^-) = \bar{v}(p')\gamma^\mu u(p)$.
- b) Berechnen Sie den 4-er Strom des auslaufenden $\mu^+\mu^-$ Paares $j^\mu(\mu^+\mu^-) = \bar{u}(k)\gamma^\mu v(k')$. Drehen Sie dafür den 4-er Vektor des Elektron-Positron Stroms um einen Winkel θ in der x - z Ebene: $\bar{u}(k)\gamma^\mu v(k') = (\bar{v}(k')\gamma^\mu u(k))^*$. Begründen Sie das Vorgehen.