

Übungen Moderne Experimentalphysik III (Kerne und Teilchen) Sommersemester 2011

Übungsblatt Nr. 2

Bearbeitung bis 28.04.2011

Aufgabe 1: Lorentztransformation und Comptonstreuung (3 Punkte)

Die Polarisation des Elektronenstrahls am HERA Speicherring wurde mit Hilfe der Comptonstreuung von Laserphotonen gemessen. Dabei treffen Laserphotonen der Energie $E_\gamma = 2.41$ eV frontal auf Elektronen mit $E_e = 27.5$ GeV.

- Wie groß ist die Energie der Laserphotonen im Ruhesystem der Elektronen?
- Welche Energie besitzen unter 90° und 180° gestreute Photonen (im Elektron-Ruhesystem)?
- Wie groß sind die entsprechenden Energien und Streuwinkel im Laborsystem?

Aufgabe 2: Energieverlust und Vielfachstreuung (2 Punkte)

Ein Elektronenstrahl mit einem Impuls von 1 GeV/ c trifft senkrecht auf eine Bleifolie ($\rho = 11.35$ g/cm³, $A = 207$ g/Mol) mit einer Dicke von 0.05 Strahlungslängen ($X_0 = 0.56$ cm).

- Wie groß ist die mittlere Winkelabweichung θ_{rms} der Elektronen durch Vielfachstreuung nach Durchqueren der Folie? Wie groß ist der Energieverlust der Elektronen durch Bremsstrahlung?
- Vergleichen Sie diesen Wert mit dem Energieverlust der Elektronen durch Ionisation unter Vernachlässigung der Dichtekorrektur.

Aufgabe 3: Wirkungsquerschnitt (2 Punkte)

Zeichnen Sie eine Skizze für die elastische Streuung eines punktförmigen Teilchens an einer Kugel. Zeigen Sie zunächst unter Verwendung von Drehimpulserhaltung, dass der Ausfallswinkel gleich dem Einfallswinkel ist. Berechnen Sie dann den differentiellen Wirkungsquerschnitt

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{b}{\sin\theta} \cdot \left| \frac{db}{d\theta} \right|.$$

Dabei ist b der Stoßparameter und θ der Streuwinkel, der als Winkel zwischen den Impulsen von einlaufendem und auslaufendem Teilchen definiert ist.

Ermitteln Sie aus dem differentiellen den totalen Wirkungsquerschnitt. Welche anschauliche Bedeutung hat dieser Wert?

Aufgabe 4: Luminosität

(1 Punkt)

Am CERN in Genf wird der pp -Speicherring LHC betrieben. Im letzten Jahr wurden in dem 26.7 km langen Ring in beiden Umlaufrichtungen 368 Pakete (Bunches) von jeweils $1.2 \cdot 10^{11}$ Protonen gespeichert. Die Pakete kollidieren bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV auf einer Fläche mit einem effektiven Radius von $95 \mu\text{m}$. Wie groß ist die Luminosität? Wieviele Ereignisse erwartet man innerhalb eines Tages für eine Reaktion mit einem Wirkungsquerschnitt von 10 pb (Größenordnung des erwarteten Wirkungsquerschnitts für Higgsproduktion bei kleiner Higgsmasse)?