

Übungsblatt 7

Relativitätstheorie I

Wintersemester 2017/18
Fakultät für Physik, Universität Stuttgart
Prof. Dr. R. Hilfer

Aufgabe 1

8 Punkte

Betrachten Sie einen relativistischen Stoß zweier Teilchen mit gleicher Masse. Nehmen Sie an, daß Teilchen 2 vor dem Stoß ruht.

1. Berechnen Sie den Winkel $\vartheta = \vartheta(E_1, E'_1)$ zwischen den Flugrichtungen nach dem Stoß, als Funktion der Energien E_1 und E'_1 des ersten Teilchens vor und nach dem Stoß.
2. Nehmen Sie an, daß die Spitzen der räumlichen Impulsvektoren beider Teilchen vor und nach dem Stoß auf einer Ellipse im Impulsraum liegen. Geben Sie die Halbachsen a und b der Ellipse an.
3. Zeigen Sie mit dem Ergebnis aus 2, daß die Spitzen der räumlichen Impulsvektoren im Impulsraum tatsächlich stets auf einer Ellipse liegen. Stellen Sie dazu die entsprechende Ellipsengleichung auf und zeigen Sie, daß diese erfüllt ist.
4. Erläutern Sie, was im nichtrelativistischen Grenzfall passiert.

Aufgabe 2

4 Punkte

Ein Lichtquant wird an einem anfänglich ruhenden Elektron gestreut. Berechnen Sie den Impuls und damit die Wellenlängenänderung des gestreuten Lichtquants als Funktion des Streuwinkels (Winkel zwischen der Richtung des einfallenden und auslaufenden Lichtquants).

Aufgabe 3 befindet sich auf der Rückseite!

Aufgabe 3

4 Punkte

Ein neutrales Pion π^0 mit Ruhemasse $m_{\pi^0} = 135 \text{ GeV}$ zerfällt in zwei Photonen $m_\gamma = 0$. Aufgrund der Energie und Impulserhaltung werden die beiden Photonen im Schwerpunktsystem mit gleicher Energie und entgegengerichtetem Impuls emittiert. Das Pion bewege sich vor dem Zerfall mit einer Relativgeschwindigkeit \mathbf{v}_L im Vergleich zum Labor.

1. Berechnen Sie die Energie der Photonen E_1, E_2 sowie den Winkel α zwischen den Photonen im Labor in Abhängigkeit von $m_{\pi^0}, \beta_L(\mathbf{v}_L), \gamma_L(\mathbf{v}_L)$ und dem Winkel zwischen der Emissionsrichtung des vorwärts gestreuten Photons und der Bewegungsrichtung des Pions im Schwerpunktsystem ϑ_{SP} .
2. Ein Pion mit der Gesamtenergie $E_{\pi^0} = 10 \text{ TeV}$ zerfällt wie beschrieben in zwei Photonen. Bestimmen sie aus der Gesamtenergie die Relativgeschwindigkeit \mathbf{v}_L und bestimmen sie damit den Wertebereich für die Winkel zwischen den und die Energien der emittierten Photonen.