15.04.2004
H. Kolanoski
M. Kopytin

Übung 1

zur Vorlesung

Detektoren in der Elementarteilchenphysik SS04

Aufgabe 1.1 (15P):

Sie wollen die Ruhemasse von neutralen π-Mesonen ermitteln. Im Detektor werden die beiden Photonen aus dem Zerfall $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$, der mit einem Verzweigungsverhältnis von 98.8 % der dominierende Zerfallskanal des π^0 ist, nachgewiesen.
Um die Ruhemasse zu bestimmen, müssen Sie sowohl die Energie als auch den Winkel zwischen den beiden Photonen messen. Betrachten Sie ausschließlich den symmetrischen Zerfall, in dem die beiden Photonen im Ruhesystem des π^0s einen Winkel von 90° zur Flugrichtung des π^0s haben.

Wie hängen der Winkel zwischen den beiden Photonen und die im Laborsystem gemessenen Energien von der Energie des π-Mesons im Laborsystem bzw. von dem Boostfaktor γ ab? Die verschiedenen Beiträge zum Gesamtfehler der Massenbestimmung ergeben sich aus der Fehlerfortpflanzung (beachten Sie, dass die Messfehler beider Photonen sowohl für die Energie als auch den Winkel zu berücksichtigen sind). Zeichnen Sie die Beiträge jeweils der Winkel- und der Energiemessung sowie den Gesamtfehler in ein Diagramm für Boostfaktoren von 1 bis 10 ein.
Bei welchen Energien des π-Mesons dominiert die Winkelauflösung und bei welchen die Energieauflösung den Fehler der Massenbestimmung. Die Winkelauflösung sei $\Delta\theta = 0.02$ und die Energieauflösung sei $\Delta E/\mathrm{E} = 0.05 \ / \ \sqrt{E/GeV}$.
Berechnen sie die Massenauflösung für einige Werte von γ und zeichnen sie diese auf. Für welchen Wert des Boostfaktors γ erreicht man mit diesem Detektor die beste Massenauflösung? Wie groß ist diese?

Abgabe: Donnerstag 22.04.2004, in der Vorlesung