

Abgabe: 13.04.2007

1. Stationäres Target vs. Speicherring-Experiment

In einer Teilchenreaktion $1 + 2 \rightarrow 3 + 4$, bei der die Teilchen jeweils einen 4er-Impuls von $\mathcal{P}_i = (E_i/c, \mathbf{p}_i)$, $i = 1, \dots, 4$ haben, lauten die Erhaltungssätze für Energie und Impuls:

$$\mathcal{P}_1 + \mathcal{P}_2 = \mathcal{P}_3 + \mathcal{P}_4$$

Das Schwerpunktsystem der Teilchen 1 und 2 ist definiert durch: $\mathbf{p}_1^{CM} + \mathbf{p}_2^{CM} = 0$.

- Berechnen Sie die totale Energie der Teilchen 1 und 2 im Schwerpunktsystem. (Gegeben: Schwerpunktsenergie s)
- Berechnen Sie s bei einer 2-Teilchen Kollision in einem Experiment mit stationärem Target und in einem Speicherring-Experiment.
Was sind die Grenzwerte für $E_{1,2} \gg m_1 c^2, m_2 c^2$?
- Welche Energie muss ein Teilchen in einem Experiment mit stationärem Target haben, um dieselbe Schwerpunktenergie wie bei einer 2-Teilchen Kollision zu erreichen? Was kann man sagen über die Ausnutzung der Strahlenergie? Was für Vorteile/Nachteile haben ausserdem stationäre Target- und Speicherring-Experimente?

2. Proton-Proton Streuung

In einem Proton-Proton Experiment mit stationärem Target wird das mit $p_1=25$ GeV einfallende Proton in einem Winkel θ^{lab} relativ zur Strahlrichtung gestreut. Der Winkel θ im Schwerpunktsystem beträgt 60° .

Berechnen Sie:

- Den Winkel θ^{lab} im Laborsystem mit Hilfe der Lorentztransformation ($c=1$).

3. Zerfall im Flug

Ein Strahl von neutralen π^0 -Mesonen ($m_{\pi^0} = 135 \text{ MeV}/c^2$, Spin 0, mittlere Lebensdauer $\tau = 8.4 \times 10^{-17} \text{ s}$) fliege mit einer kinetischen Energie $E_{kin}^{\pi^0} = 1.5$ bzw. 50 GeV. Die π^0 zerfallen in zwei γ -Quanten.

- Wie gross sind Impuls und Geschwindigkeit dieser π^0 ?
- Welche Strecke legen sie im Mittel vor dem Zerfall zurück ?
- In welchem minimalen Abstand vom Zerfallspunkt muss ein Detektor (Kristalle mit einer Grundfläche von $2\text{cm} \times 2\text{cm}$) aufgebaut werden, sodass nie beide Photonen auf den gleichen Kristallen auftreffen? (Tip: dazu muss der minimale Öffnungswinkel zwischen den 2 Photonen berechnet werden)

4. Feynman-Diagramme

Betrachten Sie die folgenden Diagramme und die zwei möglichen Ausrichtungen der Achsen-Paare (Raum-Achse vertikal, Zeitachse horizontal und umgekehrt). Geben Sie jedem Diagramm für jede Ausrichtung der Achsen einen Namen, d.h. geben Sie an, um welchen Prozess es sich jeweils handelt. Welche Kombinationen sind überhaupt möglich? Welche Ladungsvorzeichen sind möglich?

