

## Übung 7 zur Vorlesung Physik V

### Aufgabe 1: Compton-Effekt

4

Ein Positron stoppt in einem Material und vernichtet sich dort mit einem Elektron,

$$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$$

Eines dieser Photonen wird durch Comptoneffekt mit einem weiteren Elektron nachgewiesen. Zeigen Sie, dass der maximale Energieübertrag auf das Elektron (die sogenannte "Compton-Kante") nur von der Energie des ankommenden Photons abhängig ist. Berechnen Sie die Compton-Kante für dieses Photon.

### Aufgabe 2: Kalorimeter

Die relative Energieauflösung  $\sigma(E)/E$  von Kalorimetern ist abhängig von den Fluktuationen der Anzahl der gemessenen Teilchen ( $\propto 1/\sqrt{E}$ ), von der Kalibration (Energie unabhängig) und vom elektronischen Rauschen in der Ausleseelektronik ( $\propto 1/E$ ). Bei Messungen an Teststrahlen wurde diese Auflösung für das elektromagnetische Kalorimeter des CMS-Detektors gemessen. Sie kann parametrisiert werden durch die Funktion

$$\frac{\sigma_E}{E} = \sqrt{\left(\frac{0,029}{\sqrt{E/\text{GeV}}}\right)^2 + \left(\frac{125 \text{ MeV}}{E}\right)^2 + (0,003)^2}$$

- a) Sie sollen den Zerfall eines  $\pi^0$  in  $\gamma\gamma$  rekonstruieren. Wie gut ist die Auflösung der invarianten Masse des  $\pi^0$ , wenn beide Photonen eine Energie von 1.2 GeV haben? Wie ändert sich die Auflösung der invarianten Masse, wenn ein Photon eine Energie von 1.2 GeV hat und das andere 0.4 GeV? Vernachlässigen Sie die Winkelauflösung. 4
- b) Sie messen zwei Photonen mit Energien von jeweils 64 GeV. Der Winkel zwischen beiden Photonen beträgt  $180^\circ$ . Ist dieses Ereignis verträglich mit dem Zerfall eines Higgs Teilchens,  $H \rightarrow \gamma\gamma$ , wenn das Higgs eine Masse von 125 GeV hat? Wie wichtig ist die Genauigkeit der Winkelmessung der beiden Photonen? 3

### Aufgabe 3: $\Delta$ -Resonanz Masse, Breite, Lebensdauer

Bei der Streuung von positiv geladene Pionen an ruhenden Protonen beobachtet man im Wirkungsquerschnitt eine Resonanz mit dem Maximum bei einer kinetischen Energie der Pionen von  $E_{kin}^\pi = 180 \text{ MeV}$ . Diese Resonanz,  $\Delta^{++}$ , hat eine Halbwertsbreite von  $\Gamma_\Delta = 120 \text{ MeV}$ .

- a) Wie groß ist der Impuls der  $\pi^+$ -Mesonen im Maximum der Resonanz? 3
- b) Berechnen Sie die invariante Masse des  $\Delta^{++}$ -Teilchens aus dem Maximum der Resonanz. 3
- c) Bestimmen Sie die mittlere Lebensdauer der  $\Delta^{++}$ -Resonanz. 3