

Übung 4 zur Vorlesung Physik V

Aufgabe 1: Totaler Wirkungsquerschnitt und Absorption

In einen Protonenstrahl mit $dN/dt = 10^6$ Teilchen/s wird ein C_{12} Target mit 5 cm Dicke und Dichte $\rho = 2.265 \text{ g/cm}^{-3}$ eingesetzt. Wenn der Wirkungsquerschnitt $\sigma = 198.4 \text{ mb}$ ist:

- Berechnen Sie die Wechselwirkungslänge in dem C_{12} Target. 3
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein einzelnes Proton mit den C_{12} -Kernen im Target wechselwirkt? 3
- Berechnen Sie die Interaktionsrate. 2

Aufgabe 2: Differentieller Wirkungsquerschnitt

Der differentielle Wirkungsquerschnitt für die Annihilation $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ in natürlichen Einheiten ist:

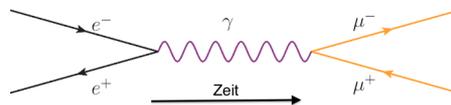
$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s}(1 + \cos^2 \theta)$$

Hier ist \sqrt{s} die Schwerpunktsenergie, θ der Polarwinkel des Myons relativ zur Elektronrichtung und Ω das dazugehörige Raumwinkelelement.

- Berechnen Sie den totalen Wirkungsquerschnitt. 4
- Wie groß ist der Wirkungsquerschnitt für 5.5 GeV frontal kollidierende Elektron-Positron-Strahlen? 2

Aufgabe 3: Virtuelles Photon

Die Annihilation $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ läuft laut Feynman-Graphen wie folgt ab:



- Berechnen Sie den 4-Impuls des Photons in dem e^+e^- Schwerpunktsystem für 5.5 GeV frontal kollidierende Elektron-Positron-Strahlen. Wie lange könnte so eine Reaktion dauern? Ist das Photon raumartig, zeitartig oder reell? 2
- Gegeben sei ein Elektron mit einer Energie von 10 GeV. Beweisen Sie, dass dieses Elektron nur dann ein Photon abstrahlen kann, $e \rightarrow e\gamma$, wenn mindestens eines der drei beteiligten Teilchen virtuell ist. 4