

Kern- und Teilchenphysik II (SS17), Übungsblatt 5

Abgabe bis Freitag, 02. Juni 2017
im Kasten „Kernphysik“ vor Raum NB 2/131

1. Aufgabe: Detektoren: Statistik (4 Punkte)

Ein Szintillator erzeuge ein Photon pro 100 eV Energieverlust eines durchquerenden Teilchens. Er ist über einen Lichtleiter mit einem Transmissionsvermögen von 14% mit einem Photomultiplier verbunden. Dieser wandelt mit einer Effizienz von 25% ein Photon in ein Photoelektron um und erzeugt ein zur Anzahl der Photoelektronen proportionales Signal.

Ein Proton durchquere den Szintillator mit einem Energieverlust von 2,8 MeV. Berechnen Sie die relative Unsicherheit der Signalhöhe!

2. Aufgabe: Nachweis eines μ -Zerfalls (7 Punkte)

Betrachten Sie den Zerfall $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$.

- Welche Erhaltungssätze unterdrücken/verbieten diese Reaktion?
- Ein Messaufbau zum Nachweis dieser Reaktion bestehe aus einem Target zum Stoppen des einlaufenden Myonenstrahls und zwei NaI-Kristallen als Szintillatoren, mit denen die Energie der Positronen und Photonen vollständig gemessen werden kann. Erläutern Sie wie die Kristalle relativ zum Target angeordnet werden sollten, und woran sich erkennen lässt, ob die in den Kristallen gemessenen Signale (Energiewerte) dem gesuchten μ -Zerfall entsprechen.
- Ein Untergrundkanal (d.h. dem Signalkanal ähnlicher, aber unerwünschter Zerfall) wäre $\mu^+ \rightarrow e^+\nu_e\bar{\nu}_\mu\gamma$ ohne Nachweis der Neutrinos. Erklären Sie wie man solche Ereignisse unter Nutzung des Messaufbaus von $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ unterscheiden kann.

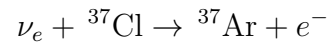
3. Aufgabe: Neutrinos aus Pion- und Kaonzerfall (20 Punkte)

Hochenergetische Myonneutrinostrahlen werden durch den Zerfall hochenergetischer geladener Pionen oder Kaonen erzeugt.

- Berechnen Sie jeweils für einen Pionen und einen Kaonenstrahl mit einer Energie 200 GeV den Bruchteil der auf einer Strecke von $d = 50$ m zerfällt!
- Berechnen Sie für beide Fälle die minimale und die maximale Neutrinoenergie!

4. Aufgabe: Neutrinos: Detektoren (11 Punkte)

Im Homestake-Experiment wurden Neutrinos über die Reaktion



nachgewiesen. Der Detektor enthielt 615 t Tetrachlorethylen (C_2Cl_4).

- (a) Berechnen Sie die pro Tag produzierte Anzahl von ${}^{37}\text{Ar}$ -Atomen. Nehmen Sie einen Wirkungsquerschnitt von $\sigma = 10^{-42}\text{cm}^2/\text{Cl}$ an. Schätzen Sie den Fluss mit Hilfe des Diagramms aus der Vorlesung ab.
- (b) Konnten mit diesem Experiment die Neutrinos des Hauptfusionsprozesses in der Sonne detektiert werden?
- (c) Ist dies mit anderen Materialien möglich, z.B. über die Reaktion

