

Hausübungen 9 zur Vorlesung „Kern- und Teilchenphysik“

Humboldt-Universität zu Berlin, WS 2009/2010,

Prof. Th. Lohse, U. Schwanke, O. M. Kind

Ausgabe: 7. Dezember 2009

Abgabe: 14. Dezember 2009

Aufgabe 1: Zerfall des $\Delta^0(1600)$ (50%)

Die sogenannten Δ -Resonanzen treten in vier Ladungszuständen (Δ^{++} , Δ^+ , Δ^0 , Δ^-) auf. Die angeregte Resonanz $\Delta^0(1600)$ zerfällt (unter anderem) in ein $\Delta(1232)$ und ein Pion π . (Die Angabe in Klammern ist die ungefähre Masse des Teilchens in MeV.) Ein $\Delta(1232)$ zerfällt weiter in ein Nukleon N und ein Pion π .

- (i) Welchen Isospin haben die Δ -Resonanzen?
- (ii) Betrachten Sie den Zerfall $\Delta^0(1600) \rightarrow \Delta(1232)\pi$. Welche Endzustände sind aufgrund der Ladungserhaltung möglich? Berechnen Sie unter Ausnutzung der Isospin-Symmetrie die relative Häufigkeit der Endzustände!
- (iii) Die erzeugten $\Delta(1232)$ zerfallen weiter in $N\pi$. Berechnen Sie, wieviele Protonen, Neutronen, π^+ , π^0 und π^- im Mittel aus 1000 Zerfällen $\Delta^0(1600) \rightarrow \Delta(1232)\pi \rightarrow N\pi\pi$ resultieren.

Aufgabe 2: Pion-Nukleon-Streuung (50%)

Betrachten Sie Pion-Nukleon-Streuprozesse

$$\pi N \rightarrow \pi' N'$$

mit $\pi, \pi' \in \{\pi^+, \pi^-, \pi^0\}$ und $N, N' \in \{n, p\}$. Gehen Sie davon aus, dass die Isospin-Symmetrie uneingeschränkt gilt, d.h. vernachlässigen Sie Massenunterschiede innerhalb der Multiplletts.

- (i) Notieren Sie alle möglichen Streuprozesse, die (unter Beachtung der Ladungserhaltung) möglich sind. Zeichnen Sie ein Quarklinien-Diagramm für mindestens einen Prozess mit $\pi \neq \pi'$.
- (ii) Der Streuoperator sei mit $H_{\text{WW}} = T$ bezeichnet. Man nennt

$$A_I = \langle \pi' N' | T | \pi N \rangle; I$$

die Isospin-Amplitude zum Gesamtisospin I . Warum kann sich (I, I_3) in dem Streuprozess nicht ändern? Beweisen Sie, dass die Isospin-Amplitude nicht von I_3 abhängt.

- (iii) Stellen Sie die Gesamt-Streuamplitude $\langle \pi' N' | T | \pi N \rangle$ als Linearkombination der Isospin-Amplituden dar.

(iv) Berechnen Sie alle möglichen Verhältnisse der Wirkungsquerschnitte

$$\frac{\sigma(\pi N \rightarrow \pi' N')}{\sigma(\pi^- p \rightarrow \pi^- p)}$$

in dem Grenzfall, dass eine einzelne Isospin-Amplitude den Streuprozess dominiert.