

Übungen zu Experimentalphysik V WS 2014/2015

Prof. Dr. Karl Jakobs, Dr. Karsten Köneke

Übungsblatt Nr. 10

Die Lösungen müssen bis 10:10 Uhr am Dienstag den 13.1.2015 in den Briefkasten 1 im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

Bitte geben sie die Übungsgruppennummer auf Ihren Lösungen an.

1. Zerfall des neutralen Pions

- Wie hängt die Energie (Laborsystem) der Photonen im Zerfall $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ von der Pion-Energie E_π , von der Geschwindigkeit β und vom Emissionswinkel θ des Photons im Schwerpunktsystem des π^0 relativ zur Flugrichtung des π^0 im Laborsystem ab (Lorentztransformation)? [2 Punkte]
- Die θ -Verteilung der resultierenden Photonen ist für Pionen (Spin 0) im Ruhesystem des Pions isotrop. Zeigen Sie, dass die Energieverteilung der Photonen im Laborsystem zwischen den Extremwerten $E_\pi(1 - \beta)/2$ und $E_\pi(1 + \beta)/2$ flach ist. [1 Punkt]
- Überlegen Sie, wie für relativistische Pionen das Verhältnis $D := \frac{E_{\gamma 1}}{E_{\gamma 2}}$ der Energien der Photonen im Laborsystem aus dem π^0 -Zerfall vom Winkel θ abhängt. Zeigen Sie, dass 25% aller Zerfälle einen Wert $D > 7$ aufweisen. [2 Punkte]

2. Feynman-Graphen

Zeichnen Sie für die folgenden Prozesse die Feynman-Graphen führender Ordnung (falls möglich): [4 Punkte]

- $\Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$
- $\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$
- $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$
- $\Xi^0 \rightarrow \Lambda + \pi^-$
- $J/\Psi \rightarrow \mu^+ + \mu^-$
- $\Sigma^- \rightarrow n + e^- + \bar{\nu}_e$
- $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$
- $B^+ \rightarrow K^0\pi^+$

3. Isospin

Der Isospin ist eine hilfreiche Erhaltungsgröße in starken Wechselwirkungen. Lesen Sie für eine sehr gute Einführung in dieses Thema z.B. Kapitel 4.3 aus "Introduction to Elementary Particles" (D. Griffiths).

Berechnen Sie mit Hilfe der Isospin-Invarianz der starken Wechselwirkung und der Clebsch-Gordan-Koeffizienten das Verhältnis der Zerfallsraten

- $\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ zu $\rho^0 \rightarrow \pi^0\pi^0$, [1 Punkt]
- $K^{*+} \rightarrow K^0\pi^+$ zu $K^{*+} \rightarrow K^+\pi^0$. [1 Punkt]

4. Gell-Mann/Okubo Massenformel

Murray Gell-Mann hat 1961, und unabhängig davon 1962 Susumu Okubo, eine Relation zwischen den Massen der Baryonen innerhalb des Baryon-Oktetts und innerhalb des Baryon-Dekupletts aufgestellt.

- a) Die Formel für das Baryon-Oktett lautet

$$2(m_N + m_\Xi) = 3m_\Lambda + m_\Sigma.$$

Hierbei bezeichnen m_N die Nukleonmasse (Mittelwert aus der Protonmasse und der Neutronmasse) und die anderen Massen sind die Mittelwerte der entsprechenden Baryonmassen. Verwenden Sie diese Formel um die Masse des Λ -Baryons vorherzusagen. Wie gut stimmt Ihre Vorhersage mit dem gemessenen Literaturwert überein? **[1 Punkt]**

- b) Die Formel für das Baryon-Dekuplett ist einfacher und lautet

$$m_\Delta - m_{\Sigma^*} = m_{\Sigma^*} - m_{\Xi^*} = m_{\Xi^*} - m_\Omega.$$

Gell-Mann hat diese Relation genutzt, um die Masse des damals noch unbekanntes Ω^- -Baryons vorherzusagen. Nutzen Sie den Mittelwert der ersten beiden Massendifferenzen, um, wie Gell-Mann, die Masse des Ω^- -Baryon vorherzusagen. Wie gut stimmt Ihre Vorhersage mit dem gemessenen Literaturwert überein? **[1 Punkt]**