

# Aufgabenblatt 9 – Experimentalphysik IV – SS18

Diskussion in den Übungen: Do./Fr., 21./22. Juni

## 9.1 Isospin (1 Punkt)

Die Baryonresonanz  $\Lambda_c^{*+}$  (Quarkinhalt:  $|cdu\rangle$ ) ist ein Isospin-Singulett ( $I = 0$ ). Kinematisch sind die beiden Zerfälle

$$\Lambda_c^{*+} \rightarrow \Lambda_c^+ + \pi^0$$

und

$$\Lambda_c^{*+} \rightarrow \Lambda_c^+ + \pi^+ + \pi^-$$

möglich. Dabei ist das Baryon  $\Lambda_c^+$  ebenfalls ein Isospin-Singulett ( $I = 0$ ). Einer dieser beiden Zerfälle ist jedoch über die starke Wechselwirkung verboten. Welcher? Begründen Sie Ihre Antwort.

## 9.2 Zerfälle der Vektormesonen mit Strangeness oder Charm (1 Punkt)

Die leichtesten Spin-1 Mesonen (Vektormesonen) mit Strangeness,  $K^*(892)$ , zerfallen zu nahezu 100% in  $K\pi$ -Enzustände, siehe <http://pdg.lbl.gov/2016/tables/rpp2016-tab-mesons-strange.pdf>. Dort ist nicht angegeben, wie sich die Zerfälle beispielsweise des  $K^{*+}$  in  $K^+\pi^0$  und  $K^0\pi^+$  aufteilen, denn das ergibt sich eindeutig aus den Clebsch-Gordan-Koeffizienten für den Isospin.

- Bestimmen Sie mit Hilfe der Clebsch-Gordan-Koeffizienten, siehe <http://pdg.lbl.gov/2011/reviews/rpp2011-rev-clebsch-gordan-coefs.pdf>, die Verzweungsverhältnisse  $BR(K^{*+} \rightarrow K^+\pi^0)$  und  $BR(K^{*+} \rightarrow K^0\pi^+)$ .
- Betrachten Sie nun die Zerfälle der Charm-Vektormesonen  $D^{*+} \rightarrow D^0\pi^+$ ,  $D^{*+} \rightarrow D^+\pi^0$ , und  $D^{*0} \rightarrow D^0\pi^0$ ; <http://pdg.lbl.gov/2016/tables/rpp2016-tab-mesons-charm.pdf>. Inwieweit kann die Überlegung zu den  $K^*$ -Mesonen übertragen werden?

## 9.3 Auswirkungen der diskreten Transformationen C, P, und T auf Observable (1 Punkt)

Geben Sie in der untenstehenden Tabelle anhand der Symbole  $+$  und  $-$  an, wie die physikalischen Größen sich unter den diskreten Transformationen C (Ladungskonjugation), P (Raumspiegelung) und T (Zeitumkehr) verhalten. *Hinweis:* Um das Verhalten des elektrischen und des magnetischen Feldes zu untersuchen, können Sie sich vorstellen, wie sich ein System mit elektrischen Ladungen verhält, das dieses Feld produziert.

| Physikalische Größe                               | C | P | T |
|---------------------------------------------------|---|---|---|
| Raumkoordinate $\vec{r}$                          |   |   |   |
| Impuls $\vec{p}$                                  |   |   |   |
| Drehimpuls $\vec{l}$                              |   |   |   |
| Spin $\vec{s}$                                    |   |   |   |
| "Helizität" $h = \vec{l} \cdot \vec{p}/ \vec{p} $ |   |   |   |
| Elektrische Ladung $q$                            |   |   |   |
| Leptonenzahl $L, L_{e,\mu,\tau}$                  |   |   |   |
| Baryonenzahl $A$                                  |   |   |   |
| Projektion des Isospins $I_3$                     |   |   |   |
| Elektrisches Feld $\vec{E}$                       |   |   |   |
| Magnetisches Feld $\vec{B}$                       |   |   |   |
| Magnetisches Dipolmoment $\vec{\mu}$              |   |   |   |
| Elektrisches Dipolmoment $\vec{d}$                |   |   |   |

#### 9.4 P- und C- Verletzung im Zerfall des $\tau$ -Leptons (1 Punkt)

Das  $\tau$ -Lepton zerfällt durch die schwache Wechselwirkung in ein Pion und ein  $\tau$ -Neutrino:

$$\tau^- \rightarrow \pi^- + \nu_\tau.$$

- Skizzieren Sie den Zerfall im Schwerpunktsystem des  $\tau$ -Leptons. Geben Sie unter der Annahme, dass an der schwachen Wechselwirkung nur linkshändige Teilchen (d.h. Spin- und Impulsvektoren sind entgegengerichtet) bzw. rechtshändige Antiteilchen teilnehmen, die Spineinstellungen des oben skizzierten Zerfalls an.
- Wenden Sie nun auf diesen Zerfall separat die Ladungskonjugation C und die Paritätsoperation P an und zeigen Sie, dass dies zu Diagrammen führt, die in der Natur nicht realisiert sind.
- Wenden Sie auf den Zerfall die kombinierte Operation CP an und zeigen Sie, dass dies zu einem möglichen Diagramm führt.
- Wenden Sie schließlich auf den Zustand aus Teilaufgabe c) nach CP Operation zusätzlich noch die Zeitumkehr T an.