

Name:

Gruppe:

Aufgabenblatt 4 - Physik V - WS 2011/2012

Abgabetermin: 10/11.11.2011 in den Übungsgruppen

Aufgabe 4.1: Observable zum Test von Symmetrien (20 Punkte)

Füllen Sie die folgende Tabelle aus, die das unterschiedliche Verhalten von Größen unter Raumspiegelung P , Ladungskonjugation C und Zeitumkehr T zeigt.

Größe	P	C	T
Ortskoordinate \vec{r}	$-\vec{r}$	\vec{r}	\vec{r}
Impuls \vec{p}			
Spin \vec{s}			
Drehimpuls \vec{l}			
Helizität $h = \frac{\vec{s} \cdot \vec{p}}{ \vec{s} \vec{p} }$			
Elektrische Ladung q			
Leptonzahl $L_x, x = e, \mu, \tau$			
Baryonenzahl \tilde{B}			
3. Komponente des starken Isospins I_3			
Elektrischer Feldvektor \vec{E}			
Magnetischer Feldvektor \vec{B}			

Denken Sie an den Unterschied zwischen Polarvektoren und Axialvektoren!

Aufgabe 4.2: Zerfall des Tau-Leptons: Die Operatoren P und C (20 Punkte)

Das geladene Tau Lepton zerfällt durch die schwache Wechselwirkung in ein Pion und das dazugehörige Neutrino bzw. Antineutrino

$$\tau^- \rightarrow \pi^- + \bar{\nu}_\tau.$$

- a) Geben Sie, unter der Annahme, dass an der schwachen Wechselwirkung nur linkshändige Teilchen (rechtshändige Antiteilchen) teilnehmen, die Spineinstellungen des obigen Zerfalls an.
- b) Wenden Sie auf diesen Zerfall die Paritätsoperation P an, und zeigen Sie, dass dies zu einem Endzustand führt, der in der Natur **nicht** realisiert ist.
- c) Wenden Sie statt dessen nacheinander folgend die Ladungs- und Paritätskonjugationsoperatoren an (CP) und zeigen Sie, dass dies zu einem erlaubten Endzustand führt. Argumentieren Sie anhand einer Skizze.

Aufgabe 4.3: Elastische Elektronenstreuung (35 Punkte)

Ein Elektron der Energie E wird elastisch an einem skalaren Teilchen der Masse M gestreut, das im Laborsystem ruht.

- a) Berechnen Sie die Energie eines Elektrons (E'), das um einen Winkel θ im Laborsystem abgelenkt wurde. Nehmen Sie an, dass die Elektronenmasse vernachlässigt werden kann.
- b) Das Elektron hat die Energie $E = 800 \text{ MeV}$ und das Targetteilchen ist ein ^{40}Ca -Kern. Wie groß ist der maximale Anteil der Elektronenergie, der auf den Kern übertragen werden kann? Wie ändert sich dieser Wert, wenn an einem Proton als Target gestreut wird? Was erhält man im Fall der Streuung von Elektronen mit einer Energie von $E = 4.879 \text{ GeV}$ an einen Protonentarget?

- c) Wie groß ist die Energie E' eines an einem Proton gestreuten Elektrons, das unter einem Streuwinkel $\theta = 10^\circ$ bei einer Einschussenergie $E = 4.879 \text{ GeV}$ nachgewiesen wird?

Während in der Vorlesung nur eine rückstoßfreie Streuung ($E = E'$) betrachtet wurde, nehmen Sie hier einen Rückstoß ($E \neq E'$) an.

Aufgabe 4.4: Hadronen und Quantenzahlen (25 Punkte)

Jemand berichtet Ihnen zwei Hadron-Zustände mit folgenden Quantenzahlen (Q,A,S,C,B) gefunden zu haben:

- a) (0,0,1,0,1)
- b) (1,1,0,0,-1)

Hierbei ist Q die Ladungszahl, A die Baryonenzahl und S,C,B sind die Strange, Charm, und Bottom-Quantenzahlen. Prüfen Sie, ob diese Hadron-Zustände mit den Erwartungen des Quark-Modells verträglich sind. Falls der Zustand existiert, geben Sie die Quarkkomposition und den Namen des Teilchens an. Konsultieren sie hierfür das PDG (<http://pdg.lbl.gov/>). Ansonsten geben sie eine Begründung warum der Zustand nicht existiert.