

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

Präsenzübung 14

Aufgabe 1: P -Verletzung in der schwachen Wechselwirkung

Das K^+ -Meson, das den Spin $J = 0$ trägt, kann sowohl in zwei als auch drei Pionen, die ebenfalls $J = 0$ tragen, zerfallen. Warum hat man dann P -Verletzung in der schwachen Wechselwirkung nachgewiesen hat, auch wenn man die Parität des Kaons noch nicht kennt. Betrachten Sie dazu zum einen die Eigenparitäten der Pionen als auch die Drehimpulserhaltung und insbesondere die möglichen Bahndrehimpulse zwischen den Pionen im Endzustand.

- Betrachten Sie zunächst den Zweipionenzustand und bestimmen Sie, welche Parität das Kaon hätte, wenn P im Zerfall erhalten wäre.
- Wiederholen Sie die Betrachtungen für den Dreipionenzustand. Dazu müssen Sie einen relativen Bahndrehimpuls ℓ für ein Pionpaar betrachten, und dann den relativen Bahndrehimpuls ℓ' des dritten Pions bezüglich des Pionpaars. Bei der Berechnung der Parität liefert das jeweils den Faktor $(-1)^\ell$ und $(-1)^{\ell'}$.
- Versuchen Sie mit folgenden Überlegungen abzuschätzen, wie groß $\ell^{(\prime)}$ typischerweise ist: Der Bahndrehimpuls steht senkrecht auf der Zerfallsebene, die durch die drei Pionimpulse aufgespannt wird. Der maximal mögliche Bahndrehimpuls ist gegeben durch $r \cdot p$. Der Bahndrehimpuls ist quantisiert. Die Pionen werden aus dem Raumgebiet emittiert, das der Ausdehnung des Kaons von $r = O(1 \text{ fm})$ entspricht. Der maximale Impuls p , den ein Pion im Kaonzerfall in drei Pionen haben kann, ist im Particle Data Booklet angegeben.

Aufgabe 2: Nachweis von C - und P -Verletzung im β -Zerfall

Erläutern Sie die experimentellen Beobachtungen, aus denen folgt, dass C und P im β -Zerfall nicht erhalten sind.

- Machen Sie sich zunächst klar, warum der Erwartungswert einer pseudoskalaren Größe bei P -Erhaltung verschwinden muss.
- Warum zeigt das Experiment von Madame Wu et al., dass P im β -Zerfall nicht erhalten ist?
- Welche Beobachtungen führen zum Ansatz: nur linkshändige Fermionen bzw. nur rechtshändige Antifermionen koppeln in der schwachen Wechselwirkung (an das W -Boson)?
- Erläutern Sie mit diesem Ansatz am Beispiel des Zerfalls des geladenen Pions, warum P -Verletzung dann automatisch auch C -Verletzung bedeutet.