

Abgabe: 1 Juni 2007

1. Paritätsverletzung beim β -Zerfall

1957 konnte C. S. Wu erstmals experimentell nachweisen, dass die Spiegelsymmetrie beim β -Zerfall nicht erhalten ist.

Im Wu-Experiment wurde die Anisotropie der β -Emissionswahrscheinlichkeit polarisierter ^{60}Co -Kerne untersucht. Die Wahl des ^{60}Co hängt mit der relativ leichten Polarisierbarkeit (mit der Methode der “adiabatischen Entmagnetisierung”) zusammen.

Der ^{60}Co -Kern (Spin $I = 5$) zerfällt in $^{60}\text{Ni} + \bar{\nu}_e + e^-$, wobei sich der Kernspin auf $I = 4$ erniedrigt. Ist das Elektron bevorzugt links- oder rechtsdrehend in der Richtung des Intensitätsmaximums (antiparallel zum Kernspin)? Welches wäre die analoge Situation für den Zerfall eines (hypothetischen) Anti-Kernes $^{60}\bar{\text{Co}}$?

2. Paritätsverletzung und Spin des W-Bosons

Die nachgewiesene Winkelverteilung des Positrons im $W^+ \rightarrow e^+ + \nu_e$ -Zerfall beim SPS am CERN war von der Form $(1 + \cos \theta^*)^2$, wobei θ^* der Winkel zwischen der Positron-Richtung und der Antiproton-Richtung ist.

Begründen Sie, warum diese Winkelverteilung zeigt, dass das W-Boson Spin 1 haben sollte und dass seine Wechselwirkung die Parität maximal verletzt. Kann von dieser Winkelverteilung auf die Form der Wechselwirkung (V-A oder V+A) geschlossen werden? Betrachten Sie nur die Grenzfälle $\theta^* = 0^\circ$ und $\theta^* = 180^\circ$ im Ruhesystem des W-Bosons.

3. “Experimental Test of Parity Conservation in Beta Decay”

Lesen Sie die Veröffentlichung zur Entdeckung der Paritätsverletzung von C. S. Wu *et al.*, und beantworten Sie die folgenden Fragen:

- Welche (nukleare) Zerfallskette wurde bei dem Experiment untersucht? Zeichnen Sie die Diagramme für die möglichen relativen Spin Orientierungen der verschiedenen Teilchen.
- Worin bestanden die Hauptschwierigkeiten bei dem Experiment.
- Wie wurde die Polarisation vom ^{60}Co Atom gemessen?
- Wie wurde die Polarisationsasymmetrie definiert und wie wurde der korrigierte Asymmetry Koeffizient β im Experiment bestimmt?

4. CKM Matrix

Das B^0 -Meson ist ein neutrales schweres Teilchen mit einer Masse von $5.28 \text{ GeV}/c^2$ und einer Lebensdauer von $1.5 \times 10^{-12} \text{ s}$. Es setzt sich aus den Quarks der Typen b und d zusammen und zerfällt mit ca. 10% Wahrscheinlichkeit in: $B^0 \rightarrow X^- l^+ \nu_l$, wobei l^+ irgend ein positiv geladenes Lepton und X^- ein beliebiges negativ geladenes Hadron ist. Der Spezialfall mit dem vom Phasenraum her favorisierten $B^0 \rightarrow \pi^- l^+ \nu_l$ hat aber nur eine Wahrscheinlichkeit von

2×10^{-4} . Für welches Element der CKM-Matrix können Sie daraus welche qualitative Schlüsse ziehen ?