

Aufbau eines Experiments zur Messung einer möglichen elektrischen Ladung des freien Neutrons.

A. Kraft¹, C. Plonka-Spehr¹, T.Lang², J.Zenner², N.du Fresne², T.Lauer¹, G. Lehr¹, U. Krille¹, A. Peil¹, H.-O. Kling¹, V. Janzen¹, M. Mendel¹, T.Gerhardt¹

¹Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität, D-55128 Mainz, Germany

²Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, D-55128 Mainz, Germany

Wir bauen zur Zeit ein Experiment auf zur Bestimmung einer möglichen elektrischen Ladung des Neutrons. Eine nicht verschwindende Ladung des Neutrons ist konsistent mit der Erhaltung der elektrischen Ladung, der Baryonen- und der Leptonenzahl [1]. Sie würde implizieren, dass die Erhaltung der Baryonenzahl und die Erhaltung der elektrischen Ladung keine unabhängigen Symmetrien sind. In der ersten Phase wurde mit einer Testapparatur ein „proof-of-principle“ erreicht. Der Aufbau ist in Abb. 1 dargestellt.



Abbildung 1. Erste Ausbauphase des Ladungsexperiments, angelehnt an [2]

Das Prinzip der Messung ist der Aufbau einer „Kamera“ für ultrakalte Neutronen (UCN) mit einer Geschwindigkeit < 7 m/s.

Die gesamte Apparatur befindet sich in einer Vakuumkammer (1). Über einen Neutronenleiter (2) gelangen ultrakalte Neutronen in die Apparatur. Der UCN-Strahl durchquert das Eingangsgitter (3) und wird dort fragmentiert. Der Strahl durchläuft den Weg zwischen zwei UCN-Leitern von einer Länge von 50 cm (4a und 4b), wird zwischen oberer und unterer Platte reflektiert und gelangt schließlich zu einem Spiegel (6). Dieser Spiegel ist senkrecht aus der Bildebene hinaus gekrümmt und hat einen Krümmungsradius von 50 cm. Von diesem Spiegel werden die UCN wieder zurückreflektiert und gelangen zu einem Ausgangsgitter (7) mit einer identischen Gitterkonstante wie der des Eingangsgitters. Hinter diesem Ausgangsgitter befindet sich ein Detektor zum Nachweis der Neutronen. Ausgangsgitter und Detektor sind mit Hilfe eines Servomotors (8) senkrecht aus der Bildebene hinaus verschiebbar.

Entweder das UCN passiert einen Spalt des Eingangsgitters, um dann hinter dem Spalt des Ausgangsgitters zur Zählrate beizutragen, oder es trifft auf einen Steg des Ausgangsgitters und wird absorbiert.

In verschiedenen Versuchen wurde die Abhängigkeit der Zählrate von der Verschiebung des Ausgangsgitters gemessen.

Es ergibt sich in Abhängigkeit von der Verschiebung des Ausgangsgitters (grating13) eine Modulation der Zählrate (Abb. 2).

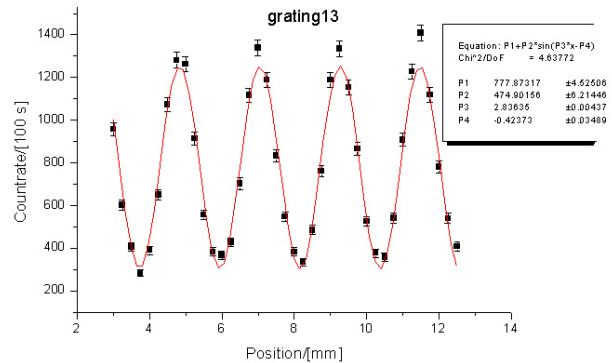


Abbildung 2. Abhängigkeit der Zählrate von der Verschiebung des Ausgangsgitters.

Ziel des Experimentes soll es sein, zwischen zwei Titanelektroden (5), die sich senkrecht zur Flugrichtung der UCN befinden, eine Hochspannung von etwa 100kV anzulegen. Sollte das Neutron eine Ladung haben, würde sich bei Anlegen eines elektrischen Feldes eine Ablenkung der Neutronen und damit eine Veränderung des Ausgangssignals nachweisen lassen.

In die zu bestimmende Größe geht die genaue Flugzeit der Neutronen zwischen den beiden Gittern ein. Dazu wurde Anfang 2009 ein Choppersystem entwickelt, das in die Vakuumkammer eingebaut wird und mit dem die genaue Flugzeit der Neutronen vom Eingangsgitter bis zum Detektor bestimmt werden kann.

Dieses Choppersystem wird in einer zweiten Ausbauphase im März 2009 getestet. Während dieser Zeit sollen auch verschiedene Einflüsse auf die Zählrate durch eine Verkippung der optischen Komponenten des Systems untersucht werden.

Wir erwarten eine Verbesserung der Sensitivität auf die elektrische Ladung des Neutrons um eine Größenordnung auf 10^{-22} q_e .

References

- [1] G.Feinberg and M.Goldhaber, Proc. Nat. Acad. Sci. USA 45 (1959) 1301
- [2] Yu.V.Borisov et al., Zh. Tekh. Fiz. 58 (1988) 951-958