

## T 105: Niederenergie-Neutrinophysik/Suche nach dunkler Materie II

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: 30.95: 121

T 105.1 Di 16:45 30.95: 121

**163-Ho electron capture decay: high precision measurement of the calorimetric spectrum** — ●LOREDANA GASTALDO, PHILIPP RANITZSCH, FALK VON SEGGERN, JAN-PATRICK PORST, SÖNKE SCHÄFER, SEBASTIAN KEMPF, CHRISTIAN PIES, ANDREA KIRSCH, ANDREAS FLEISCHMANN, and CHRISTIAN ENSS — Kirchhoff Institute for Physics, Heidelberg University, INF 227 69120 Heidelberg

Since few years the determination of the electron neutrino mass by the analysis of the calorimetric spectrum following the electron capture decay of 163-Ho has been revisited due to the excellent performance obtained by low temperature micro-calorimeters. We present the first high resolution calorimetric spectrum of 163-Ho obtained with low temperature Metallic Magnetic Calorimeters (MMC). MMCs work in a wide temperature range below 100 mK. They are based on a paramagnetic temperature sensor tightly connected to a particle absorber. In order to measure the calorimetric spectrum of 163-Ho, the radioactive isotopes were embedded in the absorber in a three step process including ion implantation at ISOLDE. With this technique a quantum efficiency larger than 99% is obtained. We discuss our results and show the implications on the planning of a future large scale experiment to measure the electron neutrino mass based on the calorimetric measurement of the 163-Ho electron capture spectrum.

T 105.2 Di 17:00 30.95: 121

**Simulation des Kryptonmodus der KATRIN Quelle** — ●MARKUS HÖTZEL, JIAYU HUA und WOLFGANG KÄFER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Zentrum für Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik

Zur Bestimmung der Elektron-Antineutrinomasse am Karlsruher Tritium Neutrino Experiment KATRIN wird eine fensterlose gasförmige Tritiumquelle bei  $T = 30$  K verwendet. Die Energie der entstehenden Betazerfallselektronen wird von einem Retardierungsspektrometer analysiert. Dabei ist die Potentialdifferenz zwischen Quelle und Spektrometer entscheidend. Ein internes Quellpotential, das durch in der Quelle verbleibende Ionen oder Plasma-Effekte verursacht werden kann, verbreitert das gemessene Spektrum und muss bei der Analyse berücksichtigt werden. Zur Bestimmung des Quellpotentials dient der hier vorgestellte Kryptonmodus, ein separater Betriebsmodus der Quelle bei  $T = 120$  K, bei dem  $^{83\text{m}}\text{Kr}$  zum Tritium beigemischt wird. Das bei der inneren Konversion von  $^{83\text{m}}\text{Kr}$  entstehende Linienspektrum wird durch ein mögliches Quellpotential verbreitert. In diesem Vortrag werden Simulationen des Kryptonmodus vorgestellt. Zum einen werden die gasdynamischen Effekte erläutert, zum anderen die genaue Modellierung des Kryptonspektrums inklusive Shake Off/Up-Effekten diskutiert. Abschließend werden die ersten Analysemethoden gezeigt, um aus der gemessenen Verbreiterung der Kr-Linien das Quellpotential bestimmen zu können.

Gefördert durch das BMBF unter Kennzeichen 05A08VK2 und die DFG über den SFB TR27.

T 105.3 Di 17:15 30.95: 121

**Kassiopeia - die KATRIN MC Simulation** — JOHN BARRETT<sup>2</sup>, THOMAS CORONA<sup>3</sup>, JOE FORMAGGIO<sup>2</sup>, DANIEL FURSE<sup>2</sup>, FERENC GLÜCK<sup>1</sup>, ●WOLFGANG KÄFER<sup>1</sup>, BENJAMIN LEIBER<sup>1</sup>, SUSANNE MERTENS<sup>1</sup> und NOAH OBLATH<sup>2</sup> für die KATRIN-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland — <sup>2</sup>Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA — <sup>3</sup>University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA

Die KATRIN Kollaboration hat sich zum Ziel gesetzt, durch Messung des Energiespektrums der Elektronen aus dem  $\beta$ -Zerfall von Tritium die Masse des Elektron - Antineutrinos mit einer bisher unerreichten Sensitivität von 0.2 eV zu bestimmen. Das Experiment befindet sich zur Zeit im Aufbau am Campus Nord des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Neben den hohen technischen Anforderungen an den Aufbau des Experiments ist eine präzise Simulation dieses experimentellen Aufbaus und der zugrundeliegenden physikalischen Prozesse unerlässlich. Zu Erwähnen sind hier insbesondere die Gasdynamik von Tritium bei 30K, die genaue Berechnung von elektrischen und magnetischen Feldern, Teilchenbahnsimulationen, sowie die Wechselwirkung niederenergetischer Elektronen mit Materie. Die KATRIN Kollaboration hat für diese Zwecke verschiedene Simulationspakete entwickelt, welche im vergangenen Jahr zu der KATRIN MC Simulation KASSIO-

PEIA zusammengefügt wurden. Die erste Version dieser Software wird im Rahmen dieses Vortrags vorgestellt. Es wird ein kurzer Überblick über die Struktur und die einzelnen Bestandteile der Simulation gegeben.

T 105.4 Di 17:30 30.95: 121

**Entwicklung eines Software-Frameworks für die Datenanalyse am KATRIN-Experiment** — ●MARCO HAAG für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK)

Das Karlsruher TRITium Neutrinomassenexperiment wird über einen Zeitraum von mehreren Jahren spektroskopisch den Endpunktsbereich des Tritium-Betazerfalls untersuchen. Ziel ist die modellunabhängige Bestimmung der Masse des Elektronantineutrinos mit einer bislang unerreichten Sensitivität von  $0.2 \text{ eV}/c^2$ . Das Messverfahren basiert auf einer fensterlosen gasförmigen Tritiumquelle, einer Transportstrecke mit differentiellen und kryogenen Pumpbereichen, zwei elektrostatischen Spektrometern mit magnetischer adiabatischer Kollimation (MAC-E-Filter) und einem ortsauflösenden Siliziumdetektor.

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über den Aufbau und die Dateninfrastruktur des Experiments und erörtert die Anforderungen an ein umfassendes Analyse-Framework. Dessen Aufgabenstellung beginnt bei der Optimierung der Massensensitivität von KATRIN während der Betriebsparameter im endgültigen Messmodus und der Auswertung der Messdaten. Besondere Herausforderungen liegen hierbei in der Vielzahl verschiedener Sensoren und den komplexen Abhängigkeiten der zeitnah zu überwachenden Teilkomponenten von KATRIN, sowie dem erforderlichen Verständnis von systematischen Effekten und Hintergrundinflüssen.

Gefördert vom BMBF (05A08VK2), der DFG (TR27) und der HGF.

T 105.5 Di 17:45 30.95: 121

**Simulation von Untergrund durch nicht-axialsymmetrische magnetische Felder im KATRIN Hauptspektrometer** — ●BENJAMIN LEIBER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik

Das Karlsruher TRITium Neutrino Experiment wird die Masse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von  $0.2 \text{ eV}/c^2$  (90% C.L.) über die Messung des Tritium  $\beta$ -Spektrums in der Nähe des Endpunktes bestimmen. Um die Energie der Zerfallelektronen zu analysieren, werden diese in einem elektrostatischen Spektrometer nach dem MAC-E-Filter-Prinzip entlang von Magnetfeldlinien geführt. Durch die adiabatische Änderung des Feldes um einen Faktor von 20.000 wird die transversale Energie der Zerfallelektronen in longitudinale umgewandelt, welche dann mit dem elektrischen Retardierungspotential analysiert wird. Zur Optimierung des experimentellen Aufbaus werden Simulationen des elektromagnetischen Designs durchgeführt. Dies erfordert eine flexible und modulare Software um die auftretenden elektromagnetischen Felder und damit auch die Teilchenbahnen der Zerfallelektronen im Experiment, mit großer Genauigkeit zu simulieren. Besonderes Augenmerk gilt hierbei der Nicht-Axialsymmetrie des Magnetfeldes, wie sie z.B. durch Verformungen des Luftspulensystems, welches das Hauptspektrometer umschließt und den magnetischen Materialien in der Spektrometerhalle, verursacht wird. Dieses Projekt wird durch die BMBF-Verbundforschung mit dem Förderkennzeichen 05A08VK2, den DFG TR27 und die HGF gefördert.

T 105.6 Di 18:00 30.95: 121

**Systematik der Hochspannung am KATRIN-Experiment** — ●ROBIN GRÖSSLE<sup>1,2</sup> und THOMAS THÜMLER<sup>1</sup> für die KATRIN-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik — <sup>2</sup>Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Kernphysik

Ziel des Karlsruher TRITium Neutrino Experiments (KATRIN) ist die direkte Messung der Elektronantineutrinomasse aus der Kinematik des Tritium- $\beta$ -Zerfalls mit einer bisher unerreichten Sensitivität von  $0.2 \text{ eV}/c^2$ . KATRIN analysiert Elektronen aus einer fensterlosen gasförmigen Tritiumquelle in einem elektrostatischen Spektrometer nach dem MAC-E-Filter Prinzip. Für letzteres ist die Erzeugung, Stabilisierung und Überwachung des Retardierungspotentials im Bereich bis 35 kV auf ppm-Niveau erforderlich, da sich Schwankungen dieses Po-

tentials direkt auf das Energiespektrum und damit auf die Observable  $m_\nu^2$  auswirken. Die systematische Abweichung hängt hierbei von der Wahrscheinlichkeitsverteilung, nicht aber von der zeitlichen Struktur der Störung ab. In diesem Vortrag wird der systematische Einfluss von HV-Schwankungen auf die Neutrinomassenmessung erläutert. In diesem Zusammenhang werden Testmessungen mit einer aktiven Kompensation der Restwelligkeit der Retardierungsspannung auf ppm-Niveau vorgestellt.

Diese Arbeiten wurden teilweise gefördert durch das BMBF Projekt 05A08VK2 und die DFG über den SFB/TR 27.

T 105.7 Di 18:15 30.95: 121

**Entwicklung des Calibration and Monitoring Systems (CMS) am KATRIN-Experiment** — ●MARTIN BABUTZKA für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP und ITeP

Ziel des KATRIN-Experiments ist die Bestimmung der Neutrinomasse mit einer Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}/c^2$  (90% C.L.) aus der kinematischen Untersuchung des Tritium- $\beta$ -Zerfalls. Der experimentelle Aufbau basiert auf einer gasförmigen Tritium-Quelle, einer Pumpstrecke, einem Tandemspektrometer und einem Detektor. Der Aufbau wird an der Rückseite der fensterlosen Quelle durch das Calibration and Monitoring (CMS) ergänzt.

Das CMS wurde zugleich als UHV-dichter und elektrischer Abschluss des Experiments und als Messinstrument spezifiziert. Als Kalibrationsquelle dient eine Elektronenkanone, deren Elektronen ausgehend vom CMS bis hin zum Detektor magnetisch geführt werden. Um die gewünschte Präzision zu erreichen ist ein detailliertes elektromagnetisches Design notwendig, welches mit Hilfe von Simulationen erstellt wurde. Die andere wesentliche Komponente des CMS, die Rear Wall, soll zwischen Quelle und CMS installiert werden und zugleich das elektrische Potential der  $\beta$ -Elektronen definieren und die Aktivität der Quelle überwachen. Der Vortrag gibt einen Überblick über den Stand der Entwicklungen bei der Elektronenkanone, der Rear Wall und dem vakuumtechnischen Design.

Dieses Projekt wird vom BMBF unter dem Kennzeichen 05A08VK2, dem DFG SFB TR27 und der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert.

T 105.8 Di 18:30 30.95: 121

**Magnetfelder am KATRIN Hauptspektrometer - Luftspulen- und Monitoringsystem** — ●JAN REICH für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik

Das Ziel des **KARlsruhe TRItium Neutrino Experiments** KATRIN ist die Bestimmung der Ruhemasse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von  $0.2 \text{ eV}/c^2$ . Das Experiment wird ein Spektrometer nach dem MAC-E Filter Prinzip (Magnetisch Adiabatische Collimation mit Elektrostatischem Filter) verwenden um das Energiespektrum des Tritium-Betazerfalls nahe dem Endpunkt genau zu vermessen. Das Magnetfeld des Spektrometers muss besonders in der Analysierebene hohe Anforderungen erfüllen. Es variiert über eine Länge von 12 Metern um einen Faktor 20000, in der Analysierebene ist es sehr schwach und äussere Felder tragen in nicht vernachlässigbarer Weise zum Gesamtfeld bei.

Um den Einflüssen dieser äusseren Felder zu begegnen wurden am KATRIN Hauptspektrometer ein externes Luftspulensystem zur Feinabstimmung des Flusslauches sowie ein System zur Kompensation des Erdmagnetfeldes installiert und getestet. Zusätzlich wird zur Überwachung der Magnetfeldparameter ein Monitoringsystem installiert. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die Inbetriebnahmemaassnahmen der Luftspulen und die Planung des Monitoringsystems.

Unterstützt vom BMBF unter der Fördernummer 05A08VK2 und der DFG im SFB Transregio 27.

T 105.9 Di 18:45 30.95: 121

**Installation und Inbetriebnahme des Monitorspektrometers von Katrin** — ●MICHAEL SCHUPP für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

KATRIN wird die Masse des Elektronneutrinos mit einer Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}$  bestimmen bzw. eine neue Massenobergrenze angeben. Dazu wird das Tritium- $\beta$ -Spektrum mit Hilfe eines MAC-E-Filters am Endpunkt vermessen. Um die erforderliche Empfindlichkeit zu erreichen, wird eine Nettomesszeit von 3 Jahren benötigt, wodurch eine Bruttobetriebszeit von etwa 5 Jahren folgt. Damit die gesammelten Daten, die über einen längeren Zeitraum aufgenommen wurden, kombiniert werden können, muss die Filterspannung jederzeit auf  $60 \text{ meV}$  genau bekannt und reproduzierbar sein. Deshalb wird bei KATRIN neben der konventionellen, elektrischen Messung ein nuklearer Standard benutzt, der parallel zum Hauptspektrometer mit dem Monitorspektrometer vermessen wird. Über die ersten Messungen am mittlerweile installierten und in Betrieb genommenen Monitorspektrometer mit  $^{83}\text{Rb}/^{83}\text{Kr}$  wird in diesem Vortrag berichtet.

Gefördert durch das BMBF unter Förderkennzeichen 05A08VK2 und die DFG im SFB Transregio 27.