

T 107: Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 2

Zeit: Montag 16:45–19:05

Raum: ZHG 103

Gruppenbericht

T 107.1 Mo 16:45 ZHG 103

Status und Testmessungen des Karlsruher Tritium Neutrino Experiments KATRIN — •THOMAS THÜMMLER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK)

Ziel des Karlsruher Tritium Neutrinomassenexperiments ist die direkte und modellunabhängige Bestimmung der Masse des Elektronantineutrinos durch die Vermessung des Endpunktsbereichs des Tritium- β -Spektrums mit einer bisher unerreichten Sensitivität von $0,2 \text{ eV}/c^2$. KATRIN setzt eine fensterlose gasförmige Tritiumquelle, eine Transportstrecke mit differentiellen und kryogenen Pumpbereichen, ein System aus zwei elektrostatischen Spektrometern (Vor- und Hauptspektrometer) mit magnetischer adiabatischer Kollimation (MAC-E-Filter) und einen großflächigen, ortsauflösenden Siliziumdetektor ein. Zurzeit befindet sich das Experiment am Karlsruher Institut für Technologie im Aufbau. Die Testmessungen der Transmissions- und Untergrundbedingungen am Vorspektrometer-Testaufbau sind abgeschlossen. Das Hauptspektrometer sowie das Detektorsystem stehen kurz vor der Fertigstellung, so dass die Inbetriebnahme-Testmessungen des Spektrometers in 2012 beginnen können. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die Aufbauarbeiten, sowie über die Ergebnisse der bereits durchgeführten Testmessungen und Inbetriebnahmetests der einzelnen Teilkomponenten. Gefördert vom BMBF unter den Kennzeichen 05A08VK2 und 05A11VK3, von der DFG im SFB Transregio 27 und von der Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.2 Mo 17:05 ZHG 103

The KATRIN statistical sensitivity with various background conditions — •SUSANNE MERTENS, FERENC GLÜCK, MARKUS HÖTZEL, and WOLFGANG KÄFER for the KATRIN-Collaboration — Karlsruhe Institute of Technology, IEKP and IK

The aim of the KATRIN experiment is to determine the absolute neutrino mass scale in a model independent way, by measuring the electron energy spectrum shape near the endpoint of tritium beta decay. An ultra-low background level of 10 mHz is necessary to reach the design sensitivity of 200 meV. The 90 % CL statistical neutrino mass upper limit depends not only on the absolute background rate but also on the background characteristics. Large fluctuations of the background over time decrease the neutrino mass sensitivity.

Magnetically stored high energy electrons, arising from single radioactive decays of radon and tritium in the KATRIN main spectrometer, lead to enhanced background rates for several hours. A stored electron cools down via ionization of residual gas, producing several hundreds of secondary electrons which can reach the detector. This mechanism causes a background with non-Poissonian fluctuations. With this background, the statistical sensitivity depends on the detailed measurement model (length and order of the measurement intervals), and also on detailed time dependent properties of the background events. For example, the statistical sensitivity is better with smaller measurement interval lengths, with randomized (instead of ordered) measurement intervals, and with smaller residual gas pressure.

We acknowledge support by the BMBF of Nr. 05A11VK3.

T 107.3 Mo 17:20 ZHG 103

Untersuchung von Untergrundeigenschaften des KATRIN Experiments mit Hilfe des Monitorspektrometers — •NANCY WANDKOWSKY für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK)

Mit dem Karlsruher Tritium Neutrino Experiment KATRIN soll die effektive Masse des Elektronantineutrinos mit einer Sensitivität von $200 \text{ meV}/c^2$ untersucht werden. Diese hohe Sensitivität wird unter anderem durch Verwendung des MAC-E-Filter Prinzips (engl. Magnetic Adiabatic Collimation followed by Electrostatic Filter) in den KATRIN Spektrometern erreicht.

Gespeicherte Elektronen tragen maßgeblich zum Untergrund eines solchen Spektrometers bei. Daher ist es unerlässlich ihre Speichereigenschaften zu untersuchen und Methoden zu ihrer Beseitigung zu testen. Bis zur Fertigstellung des Hauptspektrometers werden diese Untersuchungen am Monitorspektrometer, dem früheren Mainzer Spektrometer, durchgeführt. Zusätzlich zu den physikalischen Erkenntnissen können hier sowohl die Datenaufnahme als auch die Datenauswertung getestet und verbessert werden bevor sie am Hauptspektrometer zum

Einsatz kommen.

Der Vortrag diskutiert die Messungen und ihre Relevanz für das Hauptspektrometer.

Diese Arbeit wurde teilweise gefördert durch das BMBF-Projekt 05A11VK3.

T 107.4 Mo 17:35 ZHG 103

Untersuchung von Muon-induziertem Untergrund im KATRIN Experiment — •STEFAN MIEREIS für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Mit dem Karlsruher Tritium Neutrino Experiment KATRIN soll die effektive Masse des Elektronantineutrinos mit einer Sensitivität von $0,2 \text{ eV}$ untersucht werden. Diese hohe Sensitivität wird unter anderem durch Verwendung des MAC-E-Filter Prinzips (engl. Magnetic Adiabatic Collimation followed by Electrostatic Filter) erreicht. Dafür darf der durch das Spektrometer induzierte Untergrund nicht mehr als 10mHz betragen. Ein Teil des Untergrundes wird potentiell durch Myonen aus der kosmischen Höhenstrahlung verursacht, die Elektronen aus der Wand des Spektrometers herausschlagen. Diese können entweder direkt den Detektor treffen oder indirekt zum Untergrund beitragen, indem sie im magnetischen Flussschlauch gespeichert werden und durch Ionisation der Restgasatome Sekundärelektronen erzeugen. Um diese Untergrundrate zu bestimmen, werden am Hauptspektrometertank Myon-Szintillationsdetektoren angebracht, die mit zeitlicher und räumlicher Auflösung die Rate einfallender Myonen bestimmen. Aus der Korrelation zwischen Ereignissen in den Szintillatoren und Elektronereignissen am Detektor kann unter Zuhilfenahme von Simulationen die myoninduzierte Untergrundrate bestimmt werden. Dieser Vortrag diskutiert die Inbetriebnahme der Myon-Detektoren und das Messprinzip. Diese Arbeit wurde gefördert durch das BMBF-Projekt 05A11VK3 und die Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.5 Mo 17:50 ZHG 103

Untersuchung des Einflusses von HF-Störungen am KATRIN-Monitorspektrometer — •VANESSA WIEDMANN für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Ziel des Karlsruher Tritium Neutrino Experiments (KATRIN) ist die direkte Messung der Elektronantineutrinomasse. Dies soll durch eine genaue Untersuchung des Energiespektrums des Tritium-Betazerfalls nahe dem Endpunkt mit einer bisher unerreichten Sensitivität von $0,2 \text{ eV}/c^2$ geschehen. Hierfür werden Elektronen aus einer fensterlosen gasförmigen Tritiumquelle in einem elektrostatischen Spektrometer nach dem MAC-E-Filter Prinzip analysiert. Für letzteres ist die Erzeugung, Stabilisierung und Überwachung des Retardierungspotentials im Bereich bis 35 kV auf ppm-Niveau erforderlich, da sich Schwankungen dieses Potentials direkt auf das Energiespektrum und damit auf die Observable m_ν^2 auswirken.

Das Monitorspektrometer überwacht die Hochspannung des Hauptspektrometers durch den Vergleich mit monoenergetischen Konversionselektronen von einer ^{83m}Kr -Quelle. In diesem Vortrag werden die Einflüsse von HF-Störungen des Analysierpotentials und der Quelle auf die Stabilität der Messung vorgestellt.

Diese Arbeiten wurden teilweise gefördert durch das BMBF Projekt 05A11VK3 und die Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.6 Mo 18:05 ZHG 103

Entwurf und Planung eines Magnetfeld Monitoringsystems am KATRIN Hauptspektrometer — •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 absoluten Ruhemasse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von $200 \text{ meV}/c^2$. 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 spielt dabei eine besondere Rolle. Es führt die Zerfallselektronen adiabatisch durch den Aufbau und definiert die Energieauflösung des Experiments. Es variiert von 6 T im Pinch-Magneten bis zur Analysierebene in der Mitte um einen Faktor

20000 auf 3 mT über eine Länge von 12 Metern. In der kritischen Region niedriger Feldstärken muss das Magnetfeld im μT -Bereich bekannt sein. Da direkte Messungen in der Ultrahochvakuumumgebung nicht möglich sind, wird am KATRIN Hauptspektrometer ein umfangreiches Magnetfeldmonitoringsystem entwickelt. Damit wird es möglich, das Magnetfeld des Aufbaus während der Laufzeit des Experiments zu bestimmen. Dieser Vortrag beschreibt die prinzipielle Funktionsweise, die Planung und den Aufbau dieses KATRIN Magnetfeldmonitoringsystems. Gefördert von der Helmholtz-Gemeinschaft und dem BMBF unter der Fördernummer 05A11VK3.

T 107.7 Mo 18:20 ZHG 103

Präzisionsüberwachung und Verteilung der HV für die KATRIN Spektrometer — ●MARCEL KRAUS für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Das KATRIN Experiment misst die Ruhemasse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von $0,2 \text{ eV}/c^2$. Hierzu wird das Tritium-Betaspektrum nahe seines Endpunktes mittels eines elektrostatischen Spektrometers unter Verwendung des MAC-E-Filter Prinzips untersucht. Die Energiefilterschwelle wird durch eine Hochspannung von bis zu 35 kV festgelegt und muss im ppm-Bereich stabil sein. Daher sind Erzeugung, Verteilung und Überwachung eines präzisen Analysierpotenzials wesentlich. Um die Stabilität der Spannung zu überwachen, werden eigens entwickelte, hochpräzise Spannungsteiler verwendet. Mittels eines weiteren Spektrometers, dem sogenannten Monitorspektrometer, kann die Hochspannung durch einen nuklearen Standard überprüft werden.

Anhand der Kalibrationsmessungen mit den präzisen KATRIN Spannungsteilern soll gezeigt werden, dass die Präzisionsanforderungen der HV-Verteilung eingehalten werden. In diesem Vortrag werden das Konzept der präzisen HV Verteilung, seine Funktionalität, sowie erste Testmessungen und die Integration in das KATRIN Slow Control System vorgestellt. Diese Arbeiten wurden teilweise gefördert durch das BMBF Projekt 05A11VK3 und die Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.8 Mo 18:35 ZHG 103

Untersuchung optischer Beschichtungen unter Tritiumatmosphäre für das KATRIN-Experiment — ●KERSTIN SCHÖNUNG und SEBASTIAN FISCHER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruhe Institut of Technology - Institut für Experimentelle Kernphysik

Das Karlsruhe TRITium Neutrino-Experiment KATRIN wird eine modellunabhängige Bestimmung der Neutrinomasse leisten. Hierfür wird das Energiespektrum der Betaelektronen einer fensterlosen molekula-

ren gasförmigen Tritiumquelle an seinem kinematischen Endpunkt von 18,6 keV mit einem hochauflösenden, elektrostatischen Filter untersucht. Um die gewünschte Sensitivität von $0,2 \text{ eV}/c^2$ (90% C.L.) zu erreichen, muss der Tritiumgehalt des Gases mit einem Laser-Raman-System mit einer statistischen Unsicherheit von 0,1% bestimmt werden. Dazu wird vor der Einspeisung in die Tritiumquelle das gesamte Gasmisch durch eine Probenzelle des Raman-Systems gepumpt.

Nach einem dreimonatigen Testbetrieb mit Tritium mit 185 mbar Partialdruck wurde eine Beschädigung der Antireflexionsschicht der optischen Fenster der Probenzelle festgestellt. Diese scheint auf den hohen Tritiumpartialdruck zurückführbar zu sein, da keine Beschädigung bei Gasmischungen mit 13 mbar Partialdruck Tritium beobachtet werden konnte. Dies beeinträchtigt den zuverlässigen und wartungsarmen Betrieb des Systems für die vorgesehene Mindestlaufzeit von 5 Jahren.

Dieser Vortrag behandelt zum einen die möglichen Ursachen der Beschädigung. Zum anderen wird das COATEX-Testexperiment vorgestellt, mit dem eine für Tritiumatmosphäre geeignete, kommerziell erhältliche Beschichtung gefunden werden soll.

T 107.9 Mo 18:50 ZHG 103

Electrons and ions in the KATRIN source and transport system — ●FERENC GLÜCK for the KATRIN-Collaboration — Karlsruhe Institute of Technology, IEKP

The aim of the KATRIN experiment is to determine the absolute neutrino mass scale in a model independent way, by measuring the electron energy spectrum shape near the endpoint of tritium beta decay. Within the KATRIN source, tritium beta decays occur with 10^{11} s^{-1} rate, creating primary electrons (below 18.6 keV kinetic energy) and various positive ions: ${}^3\text{HeT}^+$, He^+ and T^+ . The primary electrons make ionization collisions with the T_2 molecules, producing low energy (order of few eV) secondary electrons and tritium ions (T_2^+ , T^+); 1 primary electron creates on the average 15 electron-ion pairs. Due to inelastic and elastic collisions with T_2 molecules, most of the secondary electrons cool down to gas temperature (30 K). The secondary electrons create also T^- ions. Due to the collisions of the previous positive ions with T_2 molecules, T_3^+ and tritium cluster ions (T_5^+ , T_7^+ , etc.) are produced, which can recombine with the secondary electrons. For the KATRIN experiment it is important that the many positive tritium ions do not reach the pre- and main spectrometers (otherwise an extremely large background is produced), and that the neutrino mass determination should not be significantly influenced by beta decay, space charge and plasma instability effects of the above electron-ion plasma that will be present in the source and transport system.

We acknowledge support by the BMBF of Nr. 05A11VK3.