

HK 45: Instrumentierung VII

Zeit: Donnerstag 14:00–16:00

Raum: HG V

HK 45.1 Do 14:00 HG V

Monte Carlo Simulation für UCN Quellen und Experimente — ●RÜDIGER PICKER, WOLFGANG SCHREYER und MARCO SELIG für die PENeLOPE-Kollaboration — TU München, Physik Department E18

Experimente mit ultrakalten Neutronen (UCN) leisten einen wichtigen Beitrag in der Kern- und Teilchenphysik: Komplementär zu Hochenergieexperimenten werden Neutronen sehr geringer Energie verwendet. Aufgrund der viel längeren Beobachtungszeit von mehreren 100 Sekunden, wird jedoch eine weitaus höhere Präzision bei den Messungen erreicht. Die Simulation dieser Experimente, wie hier am Beispiel des Lebensdauerexperiments PENeLOPE gezeigt wird, spielt dabei eine ebenso wichtige Rolle für die Auslegung des Experiments als auch für die spätere Datenanalyse wie bei z.B. LHC Experimenten. Vorgestellt wird ein Code zur Monte-Carlo-Simulation von Experimenten mit ultrakalten Neutronen. Bei der Bahnverfolgung von UCN werden dabei Gravitation, Kräfte im inhomogenen Magnetfeld, Spinpräzession und Wechselwirkung mit Materie z.B. des Speicherbehälters (Absorption, Streuung und Reflexion) berücksichtigt. Die Zerfallsprodukte Elektron und Proton können in elektrischen und magnetischen Feldern verfolgt werden. Das Prinzip der Simulation wird vorgestellt und anhand von Ergebnissen erläutert. Insbesondere eine Schnittstelle zu gängigen CAD Programmen wird vorgestellt, die es enorm erleichtert komplizierte Geometrien zu realisieren. Gefördert durch das Maier-Leibnitz-Laboratorium, die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Exzellenzcluster "Origin and Structure of the Universe".

HK 45.2 Do 14:15 HG V

Transmissionsmessungen von ultrakalten Neutronen mittels Vanadium-Aktivierung — ●TANJA HUBER¹, LUDWIG BECK², ANDREAS FREI¹, PETER GELTENBORT³, F. JOACHIM HARTMANN¹, STEPHAN PAUL¹, KLAUS SCHRECKENBACH¹ und RAINER STOEPLER¹ — ¹Technische Universität München, Physik Department, James-Franck-Straße 1, 85748 Garching — ²Maier-Leibnitz-Laboratorium der Universität und der Technischen Universität München, Am Coulombwall 6, 85748 Garching — ³Institut Laue-Langevin, 38042 Grenoble, France Für Präzisionsexperimente mit ultrakalten Neutronen (UCN) ist der UCN-Transport von der Quelle zum Experiment ein wichtiger Aspekt. Neutronenleiter müssen die UCN oft über mehrere Meter (bis zu ~ 50 m) mit akzeptablen Verlusten transportieren. Um diese Leiter zu klassifizieren wurde die UCN-Transmission mit hoher Präzision experimentell bestimmt: Die transmittierten UCN werden am Ende des Leiters von einer Vanadiumscheibe absorbiert, wobei das β -instabile Isotop ⁵²V (Halbwertszeit 3.74 min) produziert wird. Die Intensität der auf den β -Zerfall folgenden 1434 keV γ -Quanten wurde gemessen. Es wurden UCN-Leiter mit nicht-magnetischer Nickel-Legierung, die mit der Replika-Technik hergestellt wurden, untersucht. Diese zeichnen sich durch ein hohes Fermi-Potential und eine geringe Oberflächenrauigkeit aus. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über dieses Messverfahren und beschreibt mögliche Anwendungen. Diese Arbeit wurde gefördert durch den DFG Exzellenz-Cluster EXC 153 "Origin and Structure of the Universe".

HK 45.3 Do 14:30 HG V

Festes Deuterium und fester Sauerstoff als Konvertermaterialien zur Erzeugung ultrakalter Neutronen — ●ANDREAS FREI¹, FREDERIK BOEHLE¹, RALIZA BOZHANOVA¹, ERWIN GUTSMIEDL¹, JENS KLENKE², CHRISTOPH MORKEL¹, STEPHAN PAUL¹, STEPHANE ROLS³, HELMUT SCHOBER³, TOBIAS UNRUH² und STEPHAN WLOKKA¹ — ¹Technische Universität München, Physik Department, James-Franck-Straße 1, 85748 Garching — ²Technische Universität München, Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz FRM II, Lichtenbergstr. 1, 85748 Garching — ³Institut Laue-Langevin ILL, 38042 Grenoble, France

Ultrakalte Neutronen (UCN) sind bedingt durch ihre Eigenschaften bestens für Experimente geeignet, die mit höchster Genauigkeit das elektrische Dipolmoment des Neutrons (EDM), die Neutronenlebensdauer τ_n , die Axialvektorkopplungskonstante g_A oder Quanteneffekte der Gravitation bestimmen. Zur UCN-Erzeugung nach dem superthermischen Prinzip dienen Kryo-Kristalle verschiedener Materialien als Konverter, wie z. B. festes ortho-Deuterium (o-sD₂) oder fester Sauerstoff in der α -Phase (α -sO₂). Diese beiden Materialien wurden an den

Neutronen-Flugzeitspektrometern TOFTOF des FRM II und IN4 des ILL hinsichtlich ihrer Festkörper-Anregungen untersucht. Die UCN-Produktion wurde am MEPHISTO-Strahlplatz des FRM II gemessen. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die Resultate dieser Messungen. Diese Experimente wurden gefördert durch den DFG Exzellenz-Cluster EXC 153 "Origin and Structure of the Universe".

HK 45.4 Do 14:45 HG V

PENeLOPE - ein Speicherexperiment zur Bestimmung der Neutronenlebensdauer — ●STEFAN MATERNE für die PENeLOPE-Kollaboration — TU München, Physik Department

An der Technischen Universität München wird ein neues Präzisionsexperiment zur Bestimmung der Lebensdauer τ_n des freien Neutrons vorbereitet. Letzte Messungen von τ_n wiesen eine Diskrepanz von 6σ auf und der PDG Mittelwert von 885.7s (± 0.8 s) bleibt ungewiss. Dies hat zum Beispiel Auswirkungen auf die primordiale Heliumhäufigkeit, wie sie von Modellen zur Nukleosynthese vorhergesagt wird. In PENeLOPE werden ultrakalte Neutronen (UCN) in einem magnetischen Multipolfeld gespeichert, das von supraleitenden Spulen erzeugt wird. In vertikaler Richtung sind die UCN durch die Gravitationskraft gebunden, sodass die Falle nach oben offen gelassen werden kann. Dadurch können die Protonen aus dem Neutronenzerfall durch die Kombination aus magnetischen und elektrischen Feldern aus der Falle extrahiert werden. Eine zeitaufgelöste Detektion der Protonen erlaubt die direkte Messung der Zerfallskonstante des Neutrons. Der Vortrag wird den konzeptionellen Aufbau des Experiments unter Berücksichtigung der systematischen Effekte beinhalten. Eine mögliche Realisierung des Protonendetektors durch Mikrokanal-Platten wird vorgestellt werden. Das Projekt wird gefördert vom Maier-Leibnitz-Laboratorium der Technischen Universität München sowie der Ludwig-Maximilians-Universität München, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Exzellenzcluster „Structure and Origin of the Universe“.

HK 45.5 Do 15:00 HG V

Charakterisierung der Höhenstrahlungskomponente im Niederniveau-Messlabor Felsenkeller/ Dresden — ●FELIX KRÜGER¹, KAI ZUBER¹, DETLEV DEGERING², ANDREAS WAGNER³ und THOMAS WESTER³ — ¹TU-Dresden, IKTP, 01067 Dresden — ²Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf, 01328 Dresden — ³Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, 01328 Dresden

Mit dem Untertagelabor Felsenkeller (Überdeckung 120 m w.e.) des VKTA Rossendorf steht eine Einrichtung zur Verfügung, in der niedrigste Aktivitäten bestimmt werden können. Gegenüber der Erdoberfläche ist im Labor der nukleonische Anteil der Höhenstrahlung nahezu vollständig unterdrückt, der myonische Anteil um etwa einen Faktor 50 reduziert. Eine detaillierte Charakterisierung dieser Komponenten ist nötig, um eine weitere Reduzierung des Nulleffekts in der Germanium-Gamma-Spektroskopie zu erzielen. Im Beitrag werden erste Ergebnisse zur Messung der Intensität und Winkelabhängigkeit der Höhenstrahlung im Untertagelabor Felsenkeller vorgestellt.

HK 45.6 Do 15:15 HG V

Entwicklung eines Protonendetektors für das Neutronen-Lebensdauerexperiment PENeLOPE — ●CHRISTIAN TIETZE für die PENeLOPE-Kollaboration — TU München, Physik Department E18

Das Experiment PENeLOPE nutzt neben dem Nachweis der Neutronen die Extraktion und direkte Detektion der beim β -Zerfall entstehenden Protonen zur Bestimmung der Lebensdauer des freien Neutrons. Diese soll aufgrund ihrer Bedeutung in der Kosmologie und im Standardmodell der Teilchenphysik mit bisher nicht erreichter Genauigkeit gemessen werden. Der dafür notwendige Protonendetektor sollte einige spezielle Anforderungen erfüllen. So muss bei einer Temperatur von 20 Kelvin und einem Magnetfeld von 0,6 Tesla der Nachweis von Protonen mit etwa 40 keV auf 0,3 m² großer Fläche realisiert werden. Dafür bietet sich die Verwendung eines Szintillationsdetektors an. Aufgrund der hohen Photonenausbeute bei niedrigen Temperaturen eignet sich undotiertes Cäsiumjodid als Szintillationsmaterial. Das erzeugte Licht soll seitlich mit LAAPDs (large-area avalanche photodiodes) ausgelesen werden.

Der Vortrag behandelt die Fortschritte bei der Detektorentwicklung. So werden neben Simulationen zur Lichtsammung in der benötigten

Geometrie Messungen mit einem Testdetektor am Protonenbeschleuniger vorgestellt.

Das Projekt wird gefördert vom Maier-Leibnitz-Laboratorium, der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie dem Exzellenzcluster „Origin and Structure of the Universe“.

HK 45.7 Do 15:30 HG V

Studien zur Speichervolumenauskleidung für das Neutronenlebensdauerexperiment PENELOPE — •JULIA NITSCHKE für die PENELOPE-Kollaboration — TU München, Physik Department

Die Lebensdauer τ_n des freien Neutrons trägt zum Test des Standardmodells bei und ist ein wichtiger Parameter in kosmologischen Modellen. Um τ_n mit bisher unerreichter Genauigkeit zu messen, wird an der Technischen Universität München ein neues Speicherexperiment für ultrakalte Neutronen (UCN) entwickelt, bei dem die UCN durch magnetische Multipolfelder und Gravitation gespeichert werden. Die Zerfallsprotonen werden zeitaufgelöst in einem Detektor oberhalb des Speichervolumens gemessen. Zum Einfüllen der Neutronen muss der Magnet ausgeschaltet sein, weshalb gute Reflexionseigenschaften der Wände des UCN-Behälters nötig sind. Dazu könnten die Wände mit Edelstahlblechen oder PET-Folien ausgekleidet werden, die mit diamantähnlichem Kohlenstoff (DLC) beschichtet wurden. Aufgrund des hohen Fermipotentials von DLC eignen sich diese gut zur Neutronenspeicherung. Die mit DLC beschichtete PET-Folie könnte durch Anlegen von Spannung auch dazu verwendet werden, ein elektrisches Feld zur Extraktion der Protonen aufzubauen. Verschiedene Auskleidungen des Speichervolumens (DLC-beschichtete Edelstahlbleche, DLC-beschichtete PET-Folie und electropolierte Edelstahlbleche) wurden am ILL, Grenoble, Frankreich getestet. Im Vortrag werden diese Experimente und ihre Ergebnisse vorgestellt. Gefördert von Maier-Leibnitz-

Laboratorium, DFG und dem Exzellenzcluster “Origin and Structure of the Universe”.

HK 45.8 Do 15:45 HG V

Detector system for hyperfine structure measurements at the Experimental Storage Ring (ESR) at GSI — •DENIS ANIELSKI¹, CHRISTOPHER GEPPERT^{2,3}, RAPHAEL JÖHREN¹, VOLKER HANNEN¹, MATTHIAS LOCHMANN^{2,3}, RUBÉN LOPÉZ COTO¹, WILFRIED NÖRTERSCHÄUSER^{2,3}, HANS-WERNER ORTJOHANN¹, RODOLFO SÁNCHEZ³, and CHRISTIAN WEINHEIMER¹ — ¹Institut für Kernphysik, Universität Münster — ²Institut für Kernchemie, Universität Mainz — ³GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt

Knowing the hyperfine transition of H- and Li-like heavy ions of the same isotope allows to test QED in extremely strong electromagnetic fields. While the transition energy of $^{209}\text{Bi}^{82+}$ has been determined in previous laser spectroscopy experiments at the ESR, the transition in $^{209}\text{Bi}^{80+}$ is challenging and still under investigation, because of the long transition wavelength ($\lambda \approx 1555$ nm) and a very low signal rate due to the long lifetime of the HFS state of 82 ms. At the ESR the wavelength can be Doppler-shifted to ≈ 640 nm in forward direction. To collect these forward emitted photons a detector setup has been developed. It consists of a movable parabolic-off-axis mirror, which will be positioned around the ion beam, and a very sensitive low noise PMT for detection of single photons. This talk will present the development and optimization of the setup with the simulation toolkit GEANT4. With the optimized system a signal rate of ≈ 45 Hz compared to ≈ 200 Hz background rate is expected. The mirror system is currently being manufactured and will be installed at the ESR next March. This work is supported by BMBF under contract number 06MS9152I.