

Q 42: Laseranwendungen: Spektroskopie und Lebenswiss.

Time: Thursday 10:30–12:30

Location: V38.04

Q 42.1 Thu 10:30 V38.04

Development of an *in-situ* method for the spectral sensitivity calibration of Raman systems — ●SIMONE RUPP — Institute of Experimental Nuclear Physics, Karlsruhe Institute of Technology

By studying the spectrum of tritium beta decay electrons at its endpoint, the Karlsruhe TRItium Neutrino experiment (KATRIN) will model-independently measure the neutrino mass with an expected sensitivity of 0.2 eV (90% C.L.). To reach this sensitivity, the composition of the continuously injected tritium gas T₂, which contains also small fractions of the other hydrogen isotopologues (H₂, D₂, HD, HT, DT), has to be known at any time with a precision of 0.1%. The determination and monitoring of the isotopologues' respective fractions is done by the Laser Raman system (LARA) at the Tritium Laboratory Karlsruhe.

For quantitative analysis of the gas composition, the measured spectrum is compared with calculated spectra based on quantum mechanical matrix elements. This procedure requires a precise knowledge of secondary effects influencing the measured spectrum. The Raman scattered light, which is produced during the passage of the laser beam through the sample cell, is collected by an optical system and analyzed by a spectrometer and a CCD. Since this detection system's sensitivity is wavelength and polarization dependent, a spectral calibration is necessary in order to be able to correctly interpret the resulting spectrum. Currently an *in-situ* calibration method using LEDs is being developed. In this talk, first ideas for the realization will be presented and discussed.

Q 42.2 Thu 10:45 V38.04

Durability of optical coatings in high purity tritium gas — ●SEBASTIAN FISCHER and KERSTIN SCHÖNUNG — for the KATRIN collaboration. Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Technical Physics - Tritium Laboratory, Karlsruhe, Germany

The aim of the Karlsruhe Tritium Neutrino (KATRIN) experiment is the model-independent measurement of the anti-neutrino mass. KATRIN measures the endpoint region of the electron energy spectrum of tritium beta decay where a non-vanishing neutrino mass has an influence on the shape of the spectrum. The beta electrons are produced in a windowless gaseous tritium source. In order to reach the design sensitivity of 200 meV/c² (90% C.L.) the tritium concentration of the inlet gas is continuously monitored by a laser Raman system with 0.1% statistical uncertainty. The system uses an optical measurement cell which is located in-line in the tritium loop of KATRIN.

Tritium resistant optical coatings on all windows surfaces of the measurement cell are necessary to maintain a reliable and almost maintenance-free nonstop operation of the Raman system over 5 years of KATRIN measurements. However the up to now employed electron-beam deposited coatings were damaged after about 3 months of contact with a high purity tritium gas atmosphere (~ 200mbar, > 90% purity). Therefore commercially available coating types are currently being tested in a dedicated COating Test EXperiment (COATEX) by repeated exposures to tritium gas and subsequent measurements of their optical properties. In this talk an overview of COATEX will be given and results from the first series of exposures presented.

Q 42.3 Thu 11:00 V38.04

Real Time Monitoring of Exhaled Breath Using Intracavity Absorption Spectroscopy with an Er-Doped Fiber Laser — ●PETER FJODOROW, LUIS LEAL, BENJAMIN LÖHDEN, SVETLANA KUZNETSOVA, ORTWIN HELLMIG, KLAUS SENGSTOCK, and VALERY BAEV — Institut für Laserphysik, Universität Hamburg, Germany

Human breath contains more than 1000 molecules, mostly at low concentrations that range from ppm to ppt. Some of these molecules are related to the person's health condition and allow to identify various diseases. Since most of the relevant molecules in human breath are present in a low concentration, their monitoring requires a very high sensitivity. Broadband laser intracavity absorption spectroscopy (ICAS) [1], is a very effective way to perform multicomponent absorption measurements with a very high sensitivity and time resolution. We present here our first results on sensitive time-resolved measurements of CO₂ absorption spectra in human breath in the cavity of a broadband Er³⁺-doped fiber laser, which emits in the range of 1.52 - 1.62 μm [2]. The concentration of CO₂ is determined by evaluating

12 absorption lines from 1.576 to 1.582 μm. The time evolution of the CO₂ concentration in human breath is measured at normal conditions and after smoking a cigarette. The effective absorption path length of $L_{eff} = 6$ km is determined by the laser pulse duration of 20 μs. By choosing a higher sensitivity, monitoring of other important molecules, e.g. CO, C₂H₂, HCN, NH₃, is possible.

[1] V. M. Baev et al., Appl. Phys. B 69, 171 (1999).

[2] B. Löhden et al., Appl. Phys. B, 102, 331 (2011).

Q 42.4 Thu 11:15 V38.04

Ein Brillouin-LIDAR zur Messung von Temperaturprofilen des Ozeans: Fortschritte zur Erprobung des Gesamtsystems — ●ANDREAS RUDOLF, VINCENZO TALLUTO, JOHANNA HECK und THOMAS WALTHER — Institut für Angewandte Physik, AG Laser und Quantenoptik, Technische Universität Darmstadt, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Über 70% der Erdoberfläche sind durch Ozeane bedeckt. Deren Erforschung ist angesichts des globalen Klimawandels von hohem Interesse. Die wichtigste Kenngröße stellt dabei die Wassertemperatur dar.

Um erstmals berührungslos Temperaturprofile der Ozeane ermitteln zu können, entwickeln wir ein LIDAR-System, welches auf der Detektion von spontaner Brillouin-Streuung basiert und an Bord eines Helikopters betrieben werden kann. Brillouin-Streuung ist als Temperaturindikator geeignet, da sie eine temperaturabhängige Frequenzverschiebung des rückgestreuten Lichts induziert.

Mittels eines gepulsten, frequenzverdoppten Faserverstärkers erfolgt die aktive Erzeugung des Streulichts bei einer Wellenlänge von 543 nm. Die Pulslänge von 10 ns erlaubt zusammen mit der angepeilten Pulsenergie von 1 mJ eine Ortsauflösung von 1m bei einer maximalen Messtiefe von 100 m. Die Frequenzanalyse des rückgestreuten Lichts realisiert ein atomarer Kantenfilter (ESFADOF). Die erwartete Temperaturgenauigkeit beträgt hierbei 0,1°C.

Die Funktionalität des Gesamtsystems wird derzeit im Labor erprobt. Streulicht wird dabei in einem kompakten, temperierbaren Wassertank erzeugt. Präsentiert wird der aktuelle Stand des Projekts.

Q 42.5 Thu 11:30 V38.04

Maximierung der Pulsenergie für biologische Hartgewebepohrungen mit gepulsten CO₂-Lasern — ●DENNIS QUEST, YONG-MIN JO und PETER HERING — Institut für Lasermedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Deutschland

Der Einsatz von Lasern in der Medizin ist schon lange Alltag. Die berührungslose Laserosteotomie beinhaltet gegenüber dem konventionellen Knochenschneiden mit Sägewerkzeugen viele Vorteile. Neben der freien Wahl einer Schnittgeometrie ist die thermische Belastung des umliegenden Gewebes minimal. Dafür wird ein kurz gepulstes CO₂-Lasersystem in Kombination mit einer speziellen Multi-Pass-Scan-Technik und einem Wasserspray verwendet.

Für eine schnelle Laserosteotomie sollte die ins Gewebe eingebrachte Pulsenergie möglichst groß sein, da eine größere Pulsenergie zu einem größeren Gewebeabtrag pro Laserpuls führt. Zur Maximierung der Pulsenergie bestehen zwei Möglichkeiten: zum einen kann die Pulsdauer verlängert werden, zum anderen kann die Laserintensität vergrößert werden. Jedoch existieren für die Pulsdauer biologische Grenzen, oberhalb derer das Hartgewebe thermisch geschädigt wird. Bei der Betrachtung des zeitlichen Pulsprofils eines CO₂-Laserpulses im μs-Bereich fällt auf, dass erst nach ca. 50% des Laserpulses die maximale Laserintensität zur Verfügung steht. Durch einen Aufbau, der die intensitätsarmen Flanken des Laserpulses entfernt, kann die eingebrachte Pulsenergie und damit der Abtrag pro Puls vergrößert werden. Die technische Realisierung und deren Ergebnisse sollen im Rahmen des Vortrages vorgestellt werden.

Q 42.6 Thu 11:45 V38.04

Laser-induced front side etching (LIFE) of crystalline silica — ●PIERRE LORENZ¹, DANIEL SPEMANN², MARTIN EHRHARDT¹, and KLAUS ZIMMER¹ — ¹Leibniz-Institute of Surface Modification, Permoserstr. 15, 04318 Leipzig, Germany — ²Nuclear Solid State Physics, University of Leipzig, Linnestr. 5, 04103 Leipzig, Germany

Laser-induced front side etching (LIFE) is a method for laser etching of dielectrics using thin metallic absorber layers. However, the mechanism of the LIFE method is poorly understood. For the bet-

ter understanding of the underlying process, some basic investigations were performed and the results were compared to theoretical consideration. Within this study the etching of crystalline silica with thin chromium layers as absorbers is presented using nanosecond KrF excimer laser radiation ($\lambda = 248$ nm, 25 ns pulses, 100 Hz). The laser fluence as well as the number of pulses was varied. The processed silica surfaces were analysed by different microscopic (scanning electron microscopy (SEM), white light interferometry (WLI)) and spectroscopic methods (photoelectron spectroscopy (XPS), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX), Rutherford backscattering spectrometry (RBS)). Furthermore, the optical properties of the laser irradiation modified fused silica near-surface region were investigated by depth-dependence transmission measurements. Alternately, the modified material was thinned by ion beam sputtering and transmission measurements were performed. A thermal model calculated by finite element method (FEM) is presented for the discussion of the results.

Q 42.7 Thu 12:00 V38.04

Konzepte eines VECSEL-Systems und eines Teststandes zur Erzeugung spinpolarisierter Elektronen — ●MARTIN ESPIG, MARCO BRUNKEN, JOACHIM ENDERS, YULIYA FRITZSCHE, NEERAJ KURICHIANIL, JANINA LINDEMANN, MARKUS WAGNER und BENJAMIN ZWICKER — Institut für Kernphysik, Darmstadt, Deutschland

Am supraleitenden Darmstädter Elektronen-Linearbeschleuniger S-DALINAC werden seit 2011 spinpolarisierte Elektronen durch Beschuss einer Strained-superlattice-GaAs-Photokathode mit zirkular polarisiertem Laserlicht erzeugt. Zur Weiterentwicklung der polarisierten Quelle soll zum einen ein neues VECSEL-System (Vertical-Cavity

Surface-Emitting Laser) entwickelt werden mit einer Wellenlänge von 780 nm und einer Repetitionsrate von 3 GHz bei einer Pulsbreite von einigen Pikosekunden. Zum anderen wird ein Teststand zur Erzeugung spinpolarisierter Elektronen aufgebaut mit einer Kammer zur Wasserstoffreinigung der GaAs-Photokathoden, um die mit der Zeit abnehmende Quanteneffizienz wieder zu maximieren. Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634 und durch das Land Hessen im LOEWE-Zentrum HIC for FAIR.

Q 42.8 Thu 12:15 V38.04

Lasersysteme für die Quelle Polarisierter Elektronen am Darmstädter S-DALINAC — ●MARKUS WAGNER, MARCO BRUNKEN, JOACHIM ENDERS, MARTIN ESPIG, YULIYA FRITZSCHE, JANINA LINDEMANN und BENJAMIN ZWICKER — Institut für Kernphysik

Der Darmstädter supraleitende Elektronen-Linearbeschleuniger S-DALINAC ist im Jahr 2010 um eine neue Quelle polarisierter Elektronen erweitert worden. Die polarisierten Elektronen werden durch Beschuss einer Strained-superlattice-GaAs-Photokathode mit zirkular polarisiertem Laserlicht erzeugt. An der Darmstädter Quelle werden dazu zwei Lasersysteme verwendet, ein Diodenlaser und ein modengekoppelter Titan-Saphir-Laser. Zur Wartung und Weiterentwicklung der Lasersysteme sind diese in einem ca. 40 m von der Kathode entfernten Raum untergebracht. Wir berichten über Anforderungen, Diagnose und Zuverlässigkeit dieser Lasersysteme sowie über den Transport des Laserstrahls zur Kathode und die benötigte Stabilisierung im Orts- und im Zeitraum.

Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634.