

Q 74 Poster Präzisionsmessungen

Zeit: Donnerstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

Q 74.1 Do 16:30 Labsaal

Atomic clock on a chip — ●FRIEDEMANN REINHARD¹, PETER ROSENBUSCH², and JAKOB REICHEL¹ — ¹Laboratoire Kastler-Brossel, 24, Rue Lhomond, F-75231 Paris Cedex 05 - FRANCE — ²SYRTE - Observatoire de Paris, 61, avenue de l'Observatoire, 75014 Paris - FRANCE

We are developing a miniaturized atomic clock based on atom chip technology. It will employ the transition between the $|F = 1, m = -1\rangle$ and $|F = 2, m = 1\rangle$ hyperfine sublevels of the ⁸⁷Rb ground state as its frequency reference. This frequency will be interrogated using a two-photon, microwave and RF excitation scheme

Compared to fountain clocks, two design decisions will miniaturize the setup:

The ultracold atoms will be held in a magnetic trap above the atom chip during interrogation.

The excitation pulses will be generated by a microwave stripline integrated on the chip.

We expect the clock stability to be close to $1 \cdot 10^{-13} s^{-1/2} \tau^{-1/2}$. It would thus outperform today's best commercial atomic clocks by a factor of 10, while being much smaller than the atomic fountain primary standards. This combination of features opens a clear perspective for applications as secondary standard and in satellite navigation.

In this poster, we present the calculations leading to this expectation as well as an outline of our planned design.

This project is supported by IFRAF (Institut Francilien de recherche sur les atomes froids).

[1] P. Treutlein et. al., Phys. Rev. Lett. 92, 203005 (2004)

Q 74.2 Do 16:30 Labsaal

Entwicklung eines Frequenzkamm-basierten Spektrometers für die Spektroskopie im nahen und mittleren Infrarot. — ●INGO ERNSTING¹, ANDREAS WICHT¹, FRANK MÜLLER¹, OSKAR ASVANY², EDOUARD HUGO³, FRANK KÜHNEMANN⁴, STEPHAN SCHLEMMER³ und STEPHAN SCHILLER¹ — ¹Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine Universität Düsseldorf — ²Sterrewacht Leiden, Universiteit Leiden — ³I. Physikalisches Institut der Universität zu Köln — ⁴Department of Physics, German University in Cairo, New Cairo City, Egypt

Schmalbandige stabile Strahlung im mittleren Infrarot ist die Voraussetzung für Präzisionsspektroskopie an ultrakalten Molekülen (z.B. HD⁺), deren rovibronische Übergänge Linienbreiten im kHz Bereich besitzen. Dazu entwickeln wir ein Infrarot-Spektrometer, das aus einem optischem Frequenzkamm, einem Dauerstrich-OPO und einem Diodenlaser besteht. Das Emissionsspektrum des auf einen Titan-Saphir fs-Laser basierenden Frequenzkammes wird zur Abdeckung eines Bereiches zwischen 500 nm und 1500 nm über eine Photonic-Crystal-Faser spektral verbreitert. Die Idler-Welle des Dauerstrich-OPO, welche zwischen 3,1 μ m und 3,9 μ m abstimmbare ist, wird mittels eines neuartigen Stabilisierungsschemas auf den optischen Frequenzkamms phasenstabilisiert. Der Diodenlaser überstreicht einen Wellenlängenbereich von 1369 nm bis 1481 nm, wobei dessen Ausgangsleistung durch einen nachgeschalteten Halbleiterverstärker auf ca. 20 - 30 mW verstärkt wird. Die Stabilisierung des Diodenlasers erfolgt über einen Frequenzlock an den Frequenzkamm.

Erste Ergebnisse zur Spektroskopie an kalten Molekül-Ionen in einer Tieftemperatur-Falle werden vorgestellt.

Q 74.3 Do 16:30 Labsaal

Future Inertial Atomic Quantum Sensors — ●MALTE SCHMIDT¹, THIJS WENDRICH², PHILIPPE BOUYER³, ARNAUD LANDRAGIN⁴, ACHIM PETERS¹, GUGLIELMO M. TINO⁵, and ERNST M. RASEL² — ¹Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Physik, Germany — ²Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Germany — ³Groupe d'Optique Atomique, Laboratoire Charles Fabry de l'institut d'Optique, Orsay, France — ⁴BNM-SYRTE, Observatoire de Paris, France — ⁵LENS, Università di Firenze, Italy

In recent years, matter wave interferometry has developed into a powerful tool for the ultra precise measurement of accelerations and rotations. It is used in various laboratories for experiments in the fields of fundamental physics and metrology.

FINAQS (Future Inertial Atomic Quantum Sensors), a collaboration of five European research groups, aims at developing new atomic quantum sensors based on coherent and brilliant atomic sources. For this purpose, we will implement new atom optics concepts, particularly the

first gravimeter and quantum gyroscope using degenerate quantum gases. Another goal of FINAQS is extending the usefulness of atom interferometers to include practical applications, such as on-site high precision measurements of local gravity, which will benefit research in geology and seismology, amongst others. Each FINAQS partner will contribute its experience and designs to the development of the project.

We will present an overview of the key technologies that will be developed or adapted from previous laboratory based experiments for the realization of two mobile and yet precise FINAQS quantum sensors.

Q 74.4 Do 16:30 Labsaal

Laser-Frequenzstabilisierung auf ein einzelnes Ion — ●E. PEIK¹, B. LIPPHARDT¹, H. SCHNATZ¹, T. SCHNEIDER^{1,2}, CHR. TAMM¹, S. WEYERS¹ und R. WYNANDS¹ — ¹PTB, 38116 Braunschweig — ²ENS, Paris

Das Quantenprojektionsrauschen im Zustandsnachweis bildet eine fundamentale Begrenzung für die Stabilität eines Frequenznormals, das auf einem einzelnen Ion basiert. Wir untersuchen, wie die Abfragesequenz und die Verarbeitung des atomaren Signals optimiert werden können, um die höchstmögliche Stabilität unter realistischen experimentellen Bedingungen zu erhalten. Numerische Simulationen werden mit experimentellen Daten aus einem Frequenzvergleich zwischen zwei Einzelionen-Frequenznormalen mit ¹⁷¹Yb⁺ bei 688 THz verglichen. Im Experiment wird eine Instabilität der Frequenzdifferenz zwischen beiden Normalen $\sigma_y(100s) = 9 \times 10^{-16}$ erreicht [1]. Die ¹⁷¹Yb⁺-Übergangsfrequenz wurde mit einer Unsicherheit von 3×10^{-15} gemessen. Diese Messung bildet die Grundlage für eine sekundäre Realisierung der SI-Sekunde im optischen Frequenzbereich.

[1] E. Peik, T. Schneider, Chr. Tamm, J. Phys. B.: At. Mol. Opt. Phys. 39, 145 (2006)

Q 74.5 Do 16:30 Labsaal

Neue Methoden zur Leistungsrauschmessung von Hochleistungslasern — ●JESSICA DÜCK, PATRICK KWEE, FRANK SEIFERT, BENNO WILLKE und KARSTEN DANZMANN — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Universität Hannover, Callinstraße 38, 30167 Hannover

Da klassische Photodiodenempfänger bei hohen Leistungen an ihre Grenzen stoßen, ist es unser Ziel, ein neues Verfahren für die Messung von quantenrauschbegrenzten Leistungsfluktuationen zu entwickeln. Das Konzept ist, die Leistungsfluktuationen des Lasers auf eine andere Variable zu transferieren, welche eine rein differentielle Messung der Fluktuationen bzw. eine reine AC Messung erlaubt. Nach der Transmission des Laserstrahls durch ein spezielles Medium werden Leistungsfluktuationen auf die Phase des Lichtes transferiert, z.B. durch temperaturabhängige Änderungen des Brechungsindex oder den optischen Kerr-Effekt. Um solche Phasenänderungen zu detektieren, soll ein Interferometer aufgebaut werden, in dessen einem Arm das Medium enthalten ist. Das Experiment soll mit einem Festkörperlaser, einem Nd:YAG-Laser, der eine Wellenlänge von 1064nm hat, durchgeführt werden. Auf dem Poster werden Konzepte zum experimentellen Aufbau und mögliche Medien vorgestellt.

Q 74.6 Do 16:30 Labsaal

PRECISION TEST OF THE ISOTROPY OF SPEED OF LIGHT USING ROTATING ULE OPTICAL RESONATORS — ●CHRISTIAN EISELE¹, ALEXANDER YU. NEVSKY¹, MAXIM OKHAPKIN^{1,2}, and STEPHAN SCHILLER¹ — ¹Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine-Universität, 40225 Düsseldorf — ²Institute of Laser Physics, Novosibirsk, Russia

Recently, three high-precision Michelson-Morley-type experiments have been performed using lasers [1,2,3]. They led to strong tests of Local Lorentz Invariance for electromagnetic waves by comparing the resonance frequencies of two orthogonal resonators as a function of orientation in space. We are currently developing a new apparatus for such a test. The cavities are embedded in a rectangular ULE (ultra-low expansion glass) block, which is placed inside a vacuum chamber stabilized to a temperature where ULE has near-zero expansion coefficient. A Nd:YAG laser at 1064 nm is frequency stabilized to the cavities. Laser powers inside the cavities are stabilized using acousto-optical modulators. To minimize the influence of mechanical

vibrations, the setup is placed on top of active-vibration isolation supports. The whole system can be continuously rotated. Variations of the tilt of the apparatus are actively compensated at the several microradian-level. We analyze the frequency of the beat signal between the two cavities as a function of orientation in space. We will report about the current status of the experiment.

[1] P. Antonini et al., Phys. Rev. A 71, 050101 (2005); S. Schiller et al. arXiv:physics/0510169 [2] P.L. Stanwix et al., Phys. Rev. Lett. 95, 040404 (2005) [3] S. Herrmann et al., arXiv:physics/0508097

Q 74.7 Do 16:30 Labsaal

Power stabilisation of high power Nd:YAG lasers — •FRANK SEIFERT, PATRICK KWEE, MICHELE HEURS, BENNO WILLKE, and KARSTEN DANZMANN — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Laserdiode pumped solid-state laser systems are exquisitely suited for precision measurement, e.g. as the light source for interferometric gravitational wave detectors such as GEO600 or LIGO. For measurements with quantum-limited sensitivity lasers with high output power and very low intensity noise are required (e.g. $2 \cdot 10^{-9}/\sqrt{Hz}$ relative intensity noise at 10Hz for the Advanced LIGO detector). The intrinsic noise of laserdiode pumped (quasi-) monolithic solid-state lasers is already very low, but due to the high specifications it is necessary to reduce the intrinsic noise by means of active stabilisation. We present results of experiments on the stabilisation of the amplitude of Nd:YAG lasers for use in advanced gravitational wave detectors and report on current developments of the experiment.