

Q 13: Präzisionsmessungen I

Zeit: Montag 16:30–18:30

Raum: 5L

Gruppenbericht

Q 13.1 Mo 16:30 5L

Atomic microwave clocks at accuracy of 10^{-16} — ●P. ROSENBUSCH¹, S. BIZE¹, F. CHAPELET¹, C. LACROUTE¹, PH. LAURENT¹, J. REICHEL², F. REINHARD^{1,2}, D. ROVERA¹, G. SANTARELLI¹, and A. CLAIRO¹ — ¹SYRTE, Observatoire de Paris, 61 Av. de l'Observatoire, 75014 Paris, France — ²LKB, Ecole Normale Supérieure, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, France

Today's best microwave clocks are atomic fountains. About 10^9 atoms are laser cooled to $1\mu\text{K}$ and launched up vertically, where they pass through a microwave cavity. This Ramsey interrogation leads to a 1 Hz FWHM of the central fringe [S. Bize *et al.*, J. Phys. B vol. 38, S449 (2005)]. Since 2006 the SYRTE disposes of three fountain clocks operating quasi-continuously, among other thanks to a new interference-filter stabilised laser system [X. Baillard *et al.*, Opt. Comm., vol. 266, 609 (2006)]. Two fountains exhibit a relative stability of $2 \cdot 10^{-14}$ at 1 s and an accuracy in the low 10^{-16} . A comparison between the fountains gave a statistical frequency resolution of a few 10^{-17} and an offset within the systematic uncertainties. Smaller microwave clocks may not reach the same performances but may well be the solution where transportability is required. The new project TACC (Trapped Atom Clock on a Chip) building on the demonstration experiment [P. Treutlein *et al.*, Phys. Rev. Lett., vol. 92, 203005 (2004)] aims at a stability of a few 10^{-13} at 1 s while being of breadboard size. TACC will be able to operate with magnetically trapped thermal atoms or a Bose-Einstein condensate, thereby being one of the first experiments to use condensates in a metrological apparatus.

Q 13.2 Mo 17:00 5L

Michelson-Interferometer mit diffraktivem Strahlteiler — ●DANIEL FRIEDRICH, ALEXANDER BUNKOWSKI, OLIVER BURMEISTER, MICHAEL BRITZGER, KARSTEN DANZMANN and ROMAN SCHNABEL — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Institut für Gravitationsphysik, Leibniz Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Rein-reflektive Interferometertopologien ermöglichen die Vermeidung von thermo-optischen Effekten in transmittierten Optiken und die Reduzierung von thermischem Rauschen. Für die Empfindlichkeitssteigerung hochpräziser Laserinterferometer wird daher der Einsatz von dielektrischen Reflexionsgittern erforscht.

Die Ersetzung des zentralen 50/50-Strahlteilers in einem Michelson-Interferometer durch ein speziell angefertigtes dielektrisches Reflexionsgitter wurde untersucht und experimentell umgesetzt. Über die Leistungsüberhöhung durch einen zusätzlichen Spiegel vor dem Interferometer („Power-Recycling“) konnten die optischen Gesamtverluste des Gitterstrahlteilers zu $\approx 0,1\%$ bestimmt werden. Die Konzepte und experimentelle Realisierung werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Q 13.3 Mo 17:15 5L

A new Apparatus for a Precision Test of the Isotropy of the Speed of Light using ULE Optical Resonators — ●CH. EISELE¹, A. YU. NEVSKY¹, M. OKHAPKIN^{1,2}, and S. SCHILLER¹ — ¹Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 40225 Düsseldorf — ²Institute for Laser Physics, Novosibirsk, Russia

Over the past years several Michelson-Morley-type experiments have been performed [1-4], utilising either optical or microwave resonators, which lead to strong constraints on possible violations of Local Lorentz Invariance (LLI) for electromagnetic waves.

We will report on the development of a new apparatus for an improved test of LLI. Our experimental approach is based on orthogonal high-finesse optical resonators, embedded in a rectangular ULE (ultra-low expansion glass) block. The use of the monolithic construction, which possesses a certain value of common-mode rejection, reduces the sensitivity of the setup to external perturbations (temperature instability, mechanical vibrations, etc.). A monolithic Nd:YAG-laser is frequency stabilized to the cavities. The complete setup can be continuously rotated. The frequency of the beat signal between the two cavities is analysed as a function of orientation in space. A detailed characterisation of the systematic effects of the setup (tilt, laser power, etc.) and first experimental results will be presented.

[1]P. Antonini *et al.*, Phys.Rev.A 71, 05202 (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.*, Phys.Rev.Lett. 95, 150401 (2005)

[4]P.L. Stanwix *et al.*, Phys.Rev.D 74 (2006), 081101 (R)

Q 13.4 Mo 17:30 5L

A Test of Lorentz Invariance Using Rotating Optical High-Finesse Resonators — ●KATHARINA MÖHLE, SVEN HERRMANN, ALEXANDER SENGER, ROBERTO VANNUCCHI, EVGENY KOVALCHUK, and ACHIM PETERS — Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, AG Quantenoptik und Metrologie, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin

We present an improved setup of a modern Michelson-Morley experiment testing Lorentz invariance in electrodynamics. Within a long-term measurement the experiment aims to investigate a hypothetical anisotropy of the speed of light at the level of 10^{-17} . The experiment compares the resonance frequencies of two crossed optical high-finesse resonators, implemented in a single block of fused silica and continuously rotating on a high-performance airbearing turntable. Besides common-mode rejection of cavity length fluctuations, the new setup further benefits from the use of an active vibration isolation, and a low level of systematic effects due to accurate control of rotation axis tilt. We report on the current status of the experiment and discuss the performance limiting role of thermal noise for cavities made from different materials.

Q 13.5 Mo 17:45 5L

Rauscharmer fs-Faserlaser mit 250 MHz Repetitionsrate für Frequenzkammwendungen — ●TOBIAS WILKEN¹, THEODOR W. HÄNSCH¹, RONALD HOLZWARTH^{1,2}, PETER ADEL² und MICHAEL MAI² — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching — ²Menlo Systems GmbH, Am Klopferspitz 19, 82152 Martinsried

Er³⁺-dotierte Faserlaser eignen sich sehr gut zur effizienten Erzeugung von Frequenzkämmen für die Messung optischer Frequenzen. Gegenüber den mit Ti:Sa-Lasern erzeugten Frequenzkämmen hatten sie jedoch bisher zwei entscheidende Nachteile. Zum Einen erschwerte die relativ niedrige Repetitionsrate von 100 MHz oder weniger die Unterscheidung der einzelnen Kammoden mit einem einfachen Wavemeter. Zum Anderen haben Faserfrequenzkämme ein relativ hohes Phasenrauschen der Carrier Envelope Offset (CEO) Frequenz.

Wir haben die Repetitionsrate durch einen sehr kompakten Aufbau und durch Nutzung hoch dotierter Er-Faser auf 250 MHz steigern können. Bei gleicher Pulsenergie steht damit im Vergleich zu früheren Systemen eine 2,5 fach höhere Leistung pro Mode zur Verfügung. Gleichzeitig können die einzelnen Kammoden nun bequem mit einem Wavemeter unterschieden werden.

Das CEO-Phasenrauschen konnte von uns auf unter 500 mrad reduziert werden. Dazu haben wir eine Phasenstabilisierung mit einer Regelbandbreite von über 100 kHz verwendet und zusätzlich das Regelsignal hochpassgefiltert um dem durch die Lebensdauer des oberen Laserniveaus bedingten Tiefpassverhalten des Systems entgegenzuwirken.

Q 13.6 Mo 18:00 5L

Präzisionsvergleiche optischer Frequenzstandards über einen 850 km langen Glasfaserlink — ●KATHARINA PREDEHL¹, RONALD HOLZWARTH¹, THEODOR HÄNSCH¹, HARALD SCHNATZ², GESINE GROSCHE² und BURKHARD LIPPHARDT² — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching — ²Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Mit Hilfe optischer Uhren lassen sich wesentlich kleinere Unsicherheiten und höhere Kurzzeitstabilitäten erreichen als mit Mikrowellennormalen. Um dieses Potenzial voll auszuschöpfen, ist es erforderlich, optische Uhren mit unterschiedlichen Frequenzen und an entfernten Standorten direkt miteinander vergleichen zu können. Die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig und das Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ) in Garching untersuchen daher eine neue Methode zur Übertragung optischer Normale über weite Strecken. Im Gegensatz zu bisherigen Verfahren mittels Modulationstechniken soll die Frequenzinformation über einen 850 km langen Glasfaserlink direkt in Form eines trägerfrequenten cw Signals bei 195 THz ($1,55\mu\text{m}$) übertragen werden. Um Genauigkeiten von besser als 10^{-15} zu erreichen, müssen z.B. Dämpfung, stimulierte Brillouinstreuung, Polarisationsmodendispersion, Verstärkergeräusche sowie akustische und thermische Einflüsse berücksichtigt werden. Diese Einflüsse werden zunächst in Laborexperimenten simuliert und die gewonne-

nen Erkenntnisse an einem ca. 50 km langen Glasfaserring um Braunschweig überprüft. Die Gesamtverbindung wird schrittweise aufgebaut und charakterisiert. Wir berichten über den Stand des Projektes.

Q 13.7 Mo 18:15 5L

Precision spectroscopy of singly ionized helium — VALENTIN BATTEIGER, MAXIMILIAN HERRMANN, SEBASTIAN KNÜNZ, THOMAS UDEM, and THEODOR W. HÄNSCH — Max-Planck-Institut für Quan-

tenoptik, Hans-Kopfermannstr. 1, 85748 Garching

The development of XUV frequency combs provides the opportunity for high resolution spectroscopy in the XUV regime. The 1s-2s two photon transition of hydrogen-like helium at 60 nm is an interesting candidate for precision tests of bound state QED. We discuss a spectroscopy scheme for singly ionized helium sympathetically cooled by co-stored magnesium ions in a segmented linear Paul trap. Our trap setup and the experimental progress is presented.