

Q 8: Präzisionsmessungen und Metrologie II

Zeit: Montag 16:30–18:00

Raum: 3D

Q 8.1 Mo 16:30 3D

The SYRTE's fountain clocks: towards 10^{-16} accuracy — ●PETER ROSENBUSCH, SÉBASTIEN BIZE, FRÉDÉRIC CHAPELET, JOCELYNE GUÉNA, PHILIPPE LAURENT, DANIELE ROVERA, GIORGIO SANTARELLI, and ANDRÉ CLAIRON — SYRTE, Observatoire de 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, rising and falling, through a microwave cavity. This Ramsey interrogation leads to a 10^{10} quality factor of the central fringe [S. Bize *et al.*, J. Phys. B vol. 38, S449 (2005)]. The SYRTE disposes of three fountain clocks, one of which uses Cs and Rb, operating quasi-continuously thanks to an interference-filter stabilised laser system [X. Baillard *et al.*, Opt. Comm., vol. 266, 609 (2006)]. The fountains exhibit a relative accuracy of 4×10^{-16} , making the second the best realised SI unit. Here, we present efforts to further decrease the uncertainty to 10^{-16} . Additionally, measurements of the ^{87}Rb hyperfine transition and their relevance to possible variations of the fine structure constant α are presented.

Q 8.2 Mo 16:45 3D

Absolute frequency measurement of the $4s\ ^2S_{1/2} \leftrightarrow 3d\ ^2D_{5/2}$ clock transition of a single $^{40}\text{Ca}^+$ in a Paul trap — ●MICHAEL CHWALLA¹, KIHWAN KIM¹, GERHARD KIRCHMAIR², MARK RIEBE¹, THOMAS MONZ¹, MARK RIEBE¹, PHILIPP SCHINDLER¹, ALESSANDRO VILLAR², CHRISTIAN F. ROOS², WOLFGANG HÄNSEL¹, RAINER BLATT^{1,2}, MICHEL ABGRALL³, DANIELE ROVERA³, and PHILIPPE LAURENT³ — ¹Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck, Techikerstr. 25, A-6020 Innsbruck — ²Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Otto Hittmair-Platz 1, A-6020 Innsbruck — ³SYRTE, Observatoire de Paris, 61 Av. de l'Observatoire, 75014 Paris, France

We present an absolute frequency measurement of a single, trapped $^{40}\text{Ca}^+$ ion at the 10^{-15} level, where a Cs referenced frequency comb is used to measure the frequency of the $4s\ ^2S_{1/2} \leftrightarrow 3d\ ^2D_{5/2}$ quadrupole transition at 411 042 129 776 396.2 \pm 1.2 Hz. This is the most accurate measurement of Ca^+ at present. A careful analysis of the estimated systematic shifts is given as well as an outlook on future improvements, which are required to possibly exceed the current precision of Cs-based frequency standards.

Q 8.3 Mo 17:00 3D

Frequenzkamm-Spektroskopie des 1S-3S Übergangs in atomarem Wasserstoff – Statusreport — ●ELISABETH PETERS¹, SACHA REINHARDT¹, SCOTT DIDDAMS², THOMAS UDEM¹ und THEODOR HÄNSCH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching — ²NIST, Boulder

Das Wasserstoffatom ist ein einfaches Modellsystem, was uns erlaubt, fundamentale Theorien wie die QED gebundener Zustände, zu überprüfen. Für einen Test der QED werden die Rydbergkonstante und die Lambverschiebung aus experimentell gewonnenen Daten bestimmt. Dazu müssen mindestens zwei Übergangsfrequenzen mit einer hohen Genauigkeit gemessen werden.

Einer der Frequenzen ist die bereits mit der relativen Genauigkeit von 1.4×10^{-14} bekannte Frequenz des 1S-2S Übergangs in Wasserstoff. Als zweite Frequenz wollen wir die Übergangsfrequenz des 1S-3S zwei Photonentübergangs bei 205nm messen.

Die für die Spektroskopie erforderliche Wellenlänge wird durch zweifache Frequenzverdopplung (SHG) des modengekoppelten Ti:Saphir Lasers erzeugt. Unter Verwendung eines modengekoppelten Lasers lassen sich höhere Ausgangsleistungen bei nichtlinearen Prozessen erzielen, in unserem Fall bis zu 50mW bei 205nm. Bei der Zweiphotonenspektroskopie tragen alle Moden des Frequenzkamms bei, der AC-Starkeffekt resultiert aus der mittleren Leistung und die Auflösung ist durch die Linienbreite einer Frequenzmode und nicht durch die Bandbreite des Lasers gegeben.

Q 8.4 Mo 17:15 3D

A mobile atom interferometer for high precision measurements of local gravity — ●MALTE SCHMIDT, ALEXANDER SENGER, TAIS GORKHOVER, ULRICH EISMANN, EVGENY KOVALCHUK, and ACHIM PETERS — Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Physik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany

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.

We present a new design for a gravimeter based on atom interferometry which is optimized for mobility and mechanical stability. This setup will open up the possibility to perform on-site high precision measurements of local gravity. We report on the status of the project and its subsystems including a rack-mounted cooling and raman laser system.

This gravimeter is developed within the FINAQS project, a collaboration of five European research groups that aims at developing new atomic quantum sensors.

Q 8.5 Mo 17:30 3D

Frequenzverdoppeltes Hochleistungs-Faserlasersystem zur Laserkühlung von Rubidium Atomen bei 780 nm — ●EVGENY KOVALCHUK und ACHIM PETERS — Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin

Wir stellen ein Dauerstrich Hochleistungs-Lasersystem vor, das speziell für die Laserkühlung von Rubidium Atomen im Rahmen des europäischen Kooperationsprojekts FINAQS für Anwendungen in der Atominterferometrie entwickelt wurde. Es basiert auf einem schmalbandigen durchstimmbaren External-Cavity Diodenlaser (ECDL) bei 1560 nm, der in einem polarisationserhaltenen Erbium-Faserverstärker (Spektralbereich von 1545 nm bis 1565 nm) verstärkt wird. Die Ausgangsstrahlung mit einer Leistung von bis zu 15 W wird danach in einem periodisch gepolten Lithiumniobat Kristall (PPLN) frequenzverdoppelt. Die erreichte Laserleistung von mehr als 6 W bei 780 nm entspricht einer Konversionseffizienz von ca. 50 %. Durch optimierte Verdopplungskristalle mit besserer Qualität der Kristallpolung, in Kombination mit einer höheren Verstärkerleistung, sollten in Zukunft auch Ausgangsleistungen deutlich über 10 W realisierbar sein.

Weiterhin diskutieren wir Möglichkeiten zur simultanen Erzeugung von zwei phasengelockten Ausgangsfrequenzen, zum Beispiel für Anwendungen als Raman-Beamsplitter in der Atominterferometrie.

Q 8.6 Mo 17:45 3D

Laserinterferometer für eine GRACE-Nachfolgemission — ●MARINA DEHNE, BEN SHEARD, GERHARD HEINZEL und KARTSEN DANZMANN — Albert-Einstein-Institut Hannover, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Universität Hannover, Callinstr. 38, D-30167 Hannover

Das Ziel einer zukünftigen GRACE Nachfolgemission wird es sein, das Erdgravitationsfeld mit einer höheren Auflösung aufzunehmen. Die beiden im Low-Earth Orbit (LEO) mit einem Abstand von 10 km hintereinander fliegenden identischen Satelliten reagieren empfindlich auf kleinste Änderungen in der Gravitationsbeschleunigung. Diese Längenänderungen im Frequenzbereich 1...100 mHz sollen von einem Laser-Interferometer mit nm-Präzision beobachtet werden.

Für die Bereitstellung einer konstanten thermischen Umgebung, sowie um Einstrahlungen auf der optischen Achse zu vermeiden, stellt ein kreisförmiger sonnensynchroner Orbit ($i = 96.78^\circ$) die geeignete Wahl dar. Der Luftwiderstand in einem solchen Orbit ist signifikant und muss kompensiert werden. Für diesen Zweck ist die bereits für LISA Pathfinder entwickelte "drag-free" Technologie geeignet.

Das vorgeschlagene Interferometer benutzt weiterhin einige für LISA und LISA Pathfinder entwickelten Phasenauslesungs- und Regelungstechnologien. Im Vortrag wird ein mögliches Interferometer vorgestellt, welches die Anforderungen (2.5 nm/ $\sqrt{\text{Hz}}$ von 10 bis 100 mHz mit einem 1/f-Anstieg zwischen 10 und 1 mHz) unter den gegebenen Randbedingungen erfüllen könnte.