

Bachelor-/Masterarbeit in experimenteller Quantenoptik

Düsseldorf, 27. 8. 2013

Entwicklung und Einsatz eines transportablen ultra-frequenzstabilen Lasers für eine optische Atomuhr

Am Institut für Experimentalphysik wird in Zusammenarbeit der AG Prof. Görlitz und AG Prof. Schiller eine Atomuhr aufgebaut, die auf optischen Übergängen in ultrakalten Ytterbiumatomen basiert. Dieses Projekt hat als Fernziel den Betrieb einer ähnlichen optischen Atomuhr auf der Internationalen Raumstation ISS, und wir koordinieren eine Kandidatenmission der ESA (SOC, s. www.soc2.eu). Unser Projekt wird derzeit von der EU im 7. Rahmenprogramm gefördert.

Ein wichtiges Untersystem einer optischen Atomuhr ist ein Laser („Uhrenlaser“), der bei der Frequenz des atomaren Übergangs strahlt. Seine Frequenz soll intrinsisch bereits sehr stabil sein, und sie wird dann kontinuierlich der Frequenz des atomaren Übergangs nachgeführt. So entsteht eine frequenzstabile optische Welle, die zur Zeitmessung oder für fundamentale Tests der Physik eingesetzt werden kann. Wir streben in der jetzigen Phase des Projekts eine Frequenzinstabilität geringer als 5×10^{-17} an, etwa ein Faktor 10 geringer als die besten Mikrowellenuhren.

Wir haben bereits einen Uhrenlaser der 1. Generation aufgebaut und er ist im Einsatz (Abb. rechts). Im Rahmen der Masterarbeit soll nun ein Laser der 2. Generation aufgebaut werden, der nicht nur 5 mal frequenzstabiler sein soll, sondern auch noch kompakter und transportabel (ähnlich Abb. rechts). Es handelt sich um einen Diodenlaser bei 578 nm. Die Transportabilität ist erforderlich, weil im Jahre 2014 der Uhrenlaser mitsamt der Atomapparatur nach Turin transportiert werden soll, um am dortigen Metrologieinstitut INRIM im Vergleich mit lokalen Atomuhren charakterisiert zu werden. Außerdem besteht die Möglichkeit der Teilnahme an einem Experiment in einem Untergrundlabor in den Alpen, um Einsteins Rotverschiebung im Gravitationsfeld zu messen.

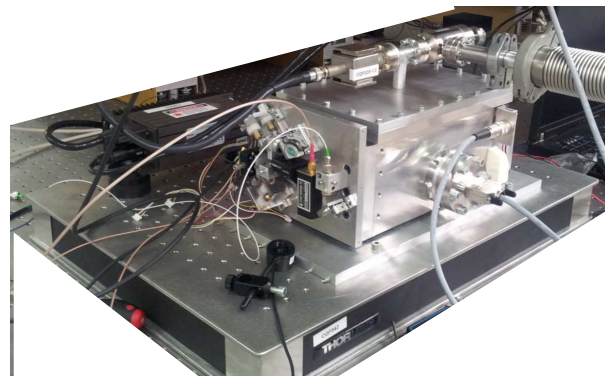
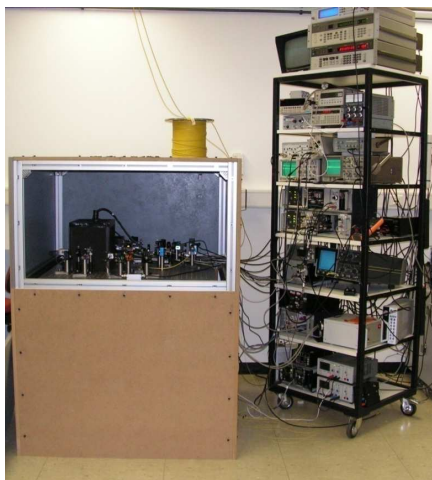


Abbildung: Derzeitiger, stationärer Uhrenlaser für die Ytterbium-Atomuhr. Rechts: Prototyp eines kompakten, transportablen frequenzstabilen Lasers. Auf der Grundlage dieser Systeme soll ein neuer, noch stabilerer, und transportabler Laser entwickelt werden.