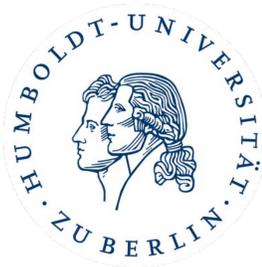


Hochpräzisionsuhren und die Suche nach Physik jenseits des Standardmodells

Abschlussarbeiten · Prof. Steven Worm · Prof. Cigdem Issever

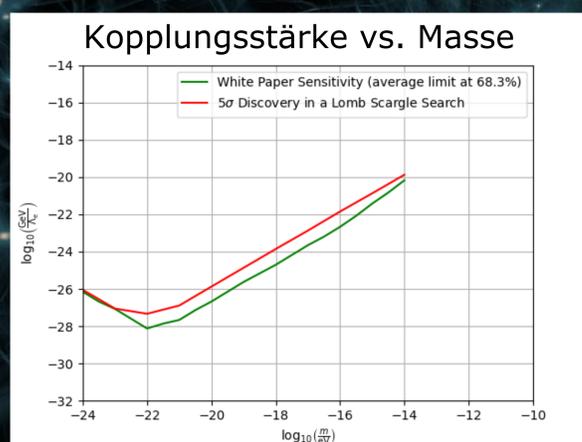


Naturkonstanten und Dunkle Materie

Erweiterungen des Standardmodells sagen die zeitliche Variation von fundamentalen Konstanten (Feinstrukturkonstante, Proton-Elektron-Massenverhältnis) vorher. Eine beobachtbare Konsequenz wären Verschiebungen der Energiezustände atomarer oder molekularer Systeme. Ein analoger Effekt kann durch eine bisher unbekannte Wechselwirkung mit leichter Dunkler Materie hervorgerufen werden. Kleinste zeitabhängige Energieverschiebungen lassen sich nachweisen, wenn die atomaren Systeme -wie etwa beim QSNET-Projekt- in Hochpräzisionsuhren verwendet werden.



Ytterbium-Ionen-Uhr



Themen für Abschlussarbeiten:

- Mit Monte-Carlo-Methoden berechnen, welche Kopplungsstärke der Dunklen Materie man mit QSNET entdecken oder einschränken kann.
- Algorithmen zum Nachweis zeitlich-periodischer Phänomene (diskrete Fouriertransformation, Autokorrelationen) optimieren.
- Entwicklung einer Analyse für isolierte, transiente Signale, die aufgrund des räumlichen Abstandes der Uhren zeitversetzt auftreten.
- Neue Datenanalyse-Ansätze wie etwa Rekurrente Neuronale Netzwerke (RNNs) auf ihre Verwendbarkeit hin untersuchen.

Vernetzte Uhren

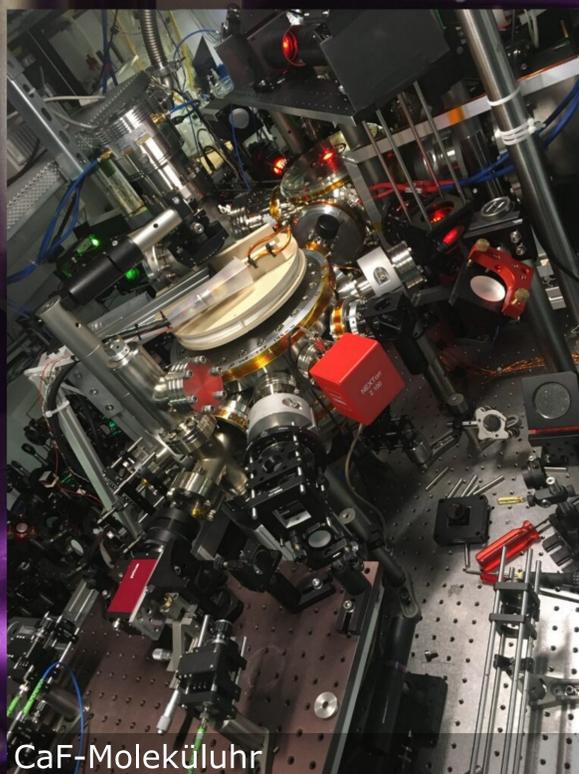
QSNET ist ein Netzwerk von bis zu sieben Uhren (siehe Tabelle) im Süden Großbritanniens. Die Vernetzung basiert auf Glasfaserkabeln. HU und DESY arbeiten an einer **Californium-Ionen-Uhr** und am Aufbau lokaler Testexperimente.



Typ	Standort	Wellenlänge
Ion Cf ¹⁵⁺	U of Birmingham	618 nm
Ion Cf ¹⁷⁺	U of Birmingham	485 nm
Ion Yb ⁺	NPL (London)	467 nm
Atom Cs	NPL (London)	32,6 mm
Atom Sr	NPL (London)	698 nm
Molekül CaF	Imperial College London	17 μm
Molekül N ₂ ⁺	University of Sussex	2,31 μm

Teilchenfallen, Laser und Frequenzkämme

Jede Atom/Ion/Moleküluhr speichert 10⁰ bis 10⁶ Teilchen in einer geeigneten Falle. Laser werden zur Kühlung der Teilchen und zur Auslese des Uhrenüberganges verwendet. Die Suche nach Dunkler Materie mit QSNET basiert auf Messungen der Frequenzverhältnisse der Uhren, die mit Hilfe von Frequenzkämmen bestimmt werden.



CaF-Moleküluhr

Themen:

- Aufbau eines Textexperimentes, in dem eine existierende Strontium-Uhr und eine neuartige Ionenuhr durch Glasfaserkabel vernetzt werden.
- Bestimmung der Kurzzeit- und Langzeitstabilität der Glasfaserleitung.
- Charakterisierung der Präzision der Strontium-Uhr anhand von existierenden Daten.
- Messung und Auswertung von Frequenzverhältnissen zwischen einer Referenzuhr und einem durch eine Kavität stabilisierten Laser.

Kontakt:

Prof. Steven Worm
steven.worm@hu-berlin.de

Prof. Cigdem Issever
isseverc@physik.hu-berlin.de

Dr. Ullrich Schwanke
schwanke@physik.hu-berlin.de