

Q 59 Laserspektroskopie I

Zeit: Dienstag 16:30–18:00

Raum: HU 2014a

Q 59.1 Di 16:30 HU 2014a

Untersuchung der Quadrupolverschiebung des $^2S_{1/2} \rightarrow ^2D_{3/2}$ Überganges in $^{171}\text{Yb}^+$ — ●TOBIAS SCHNEIDER, CHRISTIAN TAMM und EKKEHARD PEIK — Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Der elektrische Quadrupolübergang $^2S_{1/2}(F=0) \rightarrow ^2D_{3/2}(F=2)$ bei 436 nm (688 THz) in einem in einer Paul-Falle gespeicherten und lasergekühlten $^{171}\text{Yb}^+$ -Ion kann als Referenz für ein optisches Frequenznormal verwendet werden, das das Potential hat, sowohl stabiler als auch genauer zu sein als die besten heute verfügbaren Mikrowellenfrequenznormale. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig, die systematischen Frequenzverschiebungen des Überganges, insbesondere die Quadrupolverschiebung, im subHz-Bereich zu untersuchen und zu kontrollieren. Die Quadrupolverschiebung resultiert aus der Wechselwirkung des Quadrupolmomentes des $^2D_{3/2}$ -Zustandes mit einem statischen Feldgradienten. Sie hängt von der Stärke des Feldgradienten, der Größe des Quadrupolmomentes und von der Orientierung des Feldgradienten im Bezug auf die gewählte Quantisierungsachse ab. Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Quadrupolverschiebung ist, dass sie sich für drei zueinander senkrechte Quantisierungsachsen für beliebige Feldgradienten zu Null addiert. Wir haben die Quadrupolverschiebung quantitativ untersucht und erstmals das Quadrupolmoment des $^2D_{3/2}$ -Zustandes in $^{171}\text{Yb}^+$ bestimmt. Aus diesen Messungen konnten wir auch eine Abschätzung des Beitrags der Quadrupolverschiebung zur Unsicherheit eines zukünftigen $^{171}\text{Yb}^+$ -Frequenznormals gewinnen.

Q 59.2 Di 16:45 HU 2014a

Relativistische und QED-Korrekturen zur Dynamischen Polarisierbarkeit — ●M. HAAS, U. D. JENTSCHURA und C. H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

In einem relativ schwachen Laserfeld erfahren atomare Niveaus eine dynamisch bedingte Energieverschiebung, die auch als "dynamische Stark-Verschiebung" oder als "AC-Stark shift" bezeichnet wird. Dieser Effekt ist bisher nur auf dem Niveau relativistischer Korrekturen untersucht worden. Für Hochpräzisions-Spektroskopie führt der Effekt in vielen Fällen zu einer der dominanten systematischen Korrekturen. Der Imaginärteil der dynamischen Stark-Verschiebung entspricht, für entsprechende angeregte atomare Energieniveaus, der resonanten Ein-Photon-Ionisationsbreite. Im vorliegenden Beitrag werden (i) experimentell relevante Ergebnisse für mehrere Wasserstoff-Übergänge vorgestellt, (ii) relativistische Korrekturen in einem Dipol-Laserfeld analysiert und (iii) QED-Strahlungskorrekturen in führender Ordnung behandelt.

Q 59.3 Di 17:00 HU 2014a

Zeitaufgelöste Untersuchungen an isolierten Lichtsammelkomplexen von Photosystem II mittels Femtosekunden - Absorptionsspektroskopie — ●C. THEISS¹, C. CARDENAS-CHAVEZ¹, H.-J. ECKERT², H. J. EICHLER¹ und G. RENGER² — ¹Opt. Inst. / TU Berlin - Straße des 17. Juni 135 10623 Berlin — ²Max Volmer Institut / TU Berlin

Die primären Prozesse der Photosynthese beginnen mit der Bildung von angeregten Singulett-Zuständen durch Lichtabsorption in den Pigment-Protein-Komplexen des chlorophyllhaltigen Antennensystems. Die elektronischen Anregungszustände werden dann durch Singulett-Singulett-Energietransfer zum Reaktionszentrum geleitet, wo die Bildung eines primären Radikalpaares statt findet und die Ladungstrennung durch nachfolgende Elektronentransferschritte stabilisiert wird. Informationen über die Prozesse des Anregungsenergie transfers innerhalb des Antennensystems und der Ladungstrennung im Reaktionszentrum können mit Hilfe zeitaufgelöster Absorptionsspektroskopie gewonnen werden. Die Verwendung eines Weißlichtkontinuums ermöglicht spektral breitbandige Untersuchungen von Absorptionsänderungen in einer Pump- Teststrahlapparatur. Die genaue Kenntnis des zeitlichen Verlaufs des Weißlichtpulses, bzw. die Kompensation des linearen Chirps in einem Pulshaper, ist für die Verbesserung der zeitlichen Auflösung von großer Bedeutung. Messungen an isolierten Untereinheiten des PS II im Spektralbereich zwischen 600nm und 700nm werden vorgestellt und der Anregungsenergie transfer zwischen Chl b und Chl a Molekülen auf einer Zeitskala zwischen 100 fs und 50 ps untersucht.

Q 59.4 Di 17:15 HU 2014a

Mid-infrared harmonic-frequency-comb spectrometer without moving parts — ●FRITZ KEILMANN¹, MARKUS BREHM¹, ALBERT SCHLIESSER¹, and DANIEL VAN DER WEIDE² — ¹MPI für Biochemie, 82152 Martinsried (München), Germany — ²University of Wisconsin, Madison, WI 53711, USA

We demonstrate a new concept of broadband Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) based on a multi-heterodyne detection principle. Two coherent mid-infrared beams that contain slightly offset harmonic frequency combs are superimposed on a photoconductive detector. The signal contains a radio-frequency harmonic spectrum that replicates the mid-infrared spectrum, so the latter can be retrieved by recording the detector signal vs time, much as an interferogram known in FTIR, with subsequent Fourier transformation. In our experiment, two independent 10 fs Ti:sapphire lasers generate both mid-infrared beams by difference-mixing in GaSe. The radio frequency is choosable by offsetting the pulse repetition rates. We demonstrate an interferogram acquisition duration as short as 10-6 s which could be interesting for taking snapshot infrared spectra of single transient events such as in high-field magnetospectroscopy or chemical reactions. We intend to exploit the advantage of diffraction-limited operation of this spectrometer for mid-infrared scattering-type near-field microscopy. F.Keilmann, C.Gohle and R.Holzwarth, Opt. Lett. 29, 1542 (2004).

Q 59.5 Di 17:30 HU 2014a

Spektroskopischer Spurennachweis von NO im mittleren Infrarot — ●MOHAMMAD SARAJI, ULRIKE WILLER, THOMAS KEUNE und WOLFGANG SCHADE — Institut für Physik und Physikalische Technologien, Technische Universität Clausthal

In einer Vakuumzelle wird auf verschiedenen Explosivstoffproben mit einem gepulsten Laser ($\lambda = 1064$ nm, $P = 10$ mJ und 10 Hz Wiederholrate) ein Plasma gezündet. Dabei entsteht Stickstoffmonoxid, welches mit einem MIR-Differenzfrequenz-Laserspektrometer bei $5.2 \mu\text{m}$ selektiv nachgewiesen wird. Die Untersuchungen zeigen, dass unter gleichen experimentellen Bedingungen eine Klassifizierung von energetischen (Explosivstoffen) und nicht-energetischen Materialien (z.B. organischen Substanzen) durch Messung des entstehenden NO möglich ist. Ebenso können unterschiedliche Explosivstoffe mit dieser Methode voneinander unterschieden werden. Der spektroskopische Nachweis von NO erfolgt vergleichend über MIR-Absorptionsspektroskopie, MIR-Evanescenzfeldspektroskopie und MIR-cavity-ring-down Spektroskopie.

Q 59.6 Di 17:45 HU 2014a

Absolute präzise Frequenzmessungen im Infraroten Spektralbereich mittels optischem Frequenzkamm und cw-OPO — ●EVGENY KOVALCHUK und ACHIM PETERS — Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin

Wir stellen ein neues Verfahren vor, das eine direkte Frequenzverbindung zwischen infrarotem und sichtbarem Spektralbereich herstellt. Es basiert auf einem Ti:Saphir Femtosekunden-Frequenzkamm in Kombination mit einem Dauerstrich Optisch Parametrischen Oszillator (cw-OPO) als kohärente optische Frequenzbrücke. Der bei 1064 nm gepumpte OPO emittiert schmale Laserlinien sowohl im infraroten Spektralbereich von $1.5\text{-}1.9 \mu\text{m}$ (Signal S) und $2.4\text{-}3.7 \mu\text{m}$ (Idler I) als auch die normalerweise nicht phasenangepassten Kombinationen 2S und 2S+I. Letztere, ebenso wie die Pumpfrequenz ($P=S+I$), befinden sich im vom optischen Frequenzkamm abgedeckten Spektralbereich, so dass durch die simultane Messung dreier Schwebungssignale alle Ausgangsfrequenzen des OPOs und Laserkamms relativ zu einander völlig bestimmt sind.

Potentielle Anwendungen dieses Systems liegen insbesondere im Bereich der Präzisionsspektroskopie von molekularen Schwingungsübergängen. Als erstes Beispiel präsentieren wir den Frequenzvergleich zwischen einem Jod-stabilisierten Nd:YAG Laser bei 1064 nm und einem Methan-stabilisierten He-Ne Laser bei $3,39 \mu\text{m}$.