

A 4 Präzisionsspektroskopie II

Zeit: Dienstag 10:40–12:40

Raum: H6

Hauptvortrag

A 4.1 Di 10:40 H6

Precise quantum mechanics of few electron atoms — ●KRZYSZTOF PACHUCKI — Institute of Theoretical Physics, Warsaw University, Hoza 69, 00-681 Warsaw, Poland

Recent accurate results for hydrogen and few electron atoms will be presented, including higher-order relativistic and QED effects. The precision achieved for hydrogen, helium, lithium and beryllium allows for determination of physical constants such as the electron mass, the fine structure constant and the nuclear charge radii.

A 4.2 Di 11:10 H6

Genau Bestimmung der Lebensdauer des ^{39}K $4p$ Zustands aus Molekülspektren — ●ST. FALKE, I. SHERSTOV, E. TIEMANN und CH. LISDAT — Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

Die Lebensdauer von atomaren Zuständen kann aus dem Verhalten der langreichweitigen Wechselwirkung bestimmt werden. Im Fall des $4p$ -Zustands von ^{39}K ist sie direkt aus dem C_3 -Koeffizienten des langreichweitigen Teils des Wechselwirkungspotentials zu erhalten. Photoassoziationsexperimente können die relevanten Molekülniveaus spektroskopisch untersuchen und damit die Lebensdauer bestimmen [1] deren Genauigkeit vergleichbar oder besser der direkter Messungen ist [2]. Wir haben diese Niveaus in einem elektronischen Zustand mit höherer Genauigkeit untersucht. Unsere Messungen erweitern den Datensatz und ermöglichen den Anschluss der Photoassoziationsdaten an den tiefgebundenen Bereich [3]. Die Verbindung der energetischen Intervalle wurde durch schrittweise Laseranregung in einem K_2 Strahl erreicht. Neben einer genauen Bestimmung der Lebensdauer wurde damit auch die Analyse des kompletten $A\ ^1\Sigma_u^+$ Zustands von K_2 ermöglicht.

[1] W. Wang *et al.*, Phys. Rev. A **55**, R1569 (1997).[3] U. Volz und H. Schmoranzner, Phys. Scr. **T65**, 48 (1996).[3] M. R. Manaa, J. Chem. Phys. **117**, 11208 (2002).

A 4.3 Di 11:25 H6

Frequenzmessung der $^{39,40,41}\text{K}$ D Linien: Beseitigung der Diskrepanz zwischen Literaturwerten. — ●CH. LISDAT¹, ST. FALKE¹, H. SCHNATZ², G. GROSCHÉ² und E. TIEMANN¹ — ¹Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover — ²Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Die Übergangsfrequenzen der Resonanzlinien der Alkalimetalle wurden schon vielfach mit hoher Präzision vermessen. Trotzdem besteht im Falle der Kalium D Linien des Isotops 39 eine Abweichung von mehreren 100 MHz zwischen den Ergebnissen von Scherf [1] und Banerjee [2,3]. Diese Diskrepanz überschreitet die jeweilige Messunsicherheit um ein Vielfaches.

Wir haben die Frequenzen aller Übergänge der $4s\ ^2S - 4p\ ^2P$ Linien der Isotope ^{39}K , ^{40}K und ^{41}K mit Hilfe eines fs-Frequenzkamms an einem Atomstrahl vermessen. Die Messunsicherheit ist kleiner als 100 kHz. Unsere Messungen bestätigen die Ergebnisse in Ref. [1]. Sie erlauben ausserdem die genaue Bestimmung von Hyperfeinparametern im $4p\ ^2P$ Zustand und der Isotopieverschiebungen.

Wir werden unsere Messungen vorstellen und mögliche Ursachen der Abweichungen zwischen [1] und [2,3] diskutieren.

[1] Scherf *et al.*, Z. Phys. D **36**, 31 (1996).[2] A. Banerjee *et al.*, Phys. Rev. A **70**, 052505 (2004).[3] A. Banerjee *et al.*, Europhys. Lett. **65**, 172 (2004).

A 4.4 Di 11:40 H6

First test experiment for precise Lamb shift measurements on hydrogen-like heavy ions with low temperature calorimeters — ●S. KRAFT-BERMUTH¹, V. ANDRIANOV¹, K. BECKERT¹, P. BELLER¹, A. BLEILE¹, P. EGELHOF¹, A. GUMBERIDZE¹, C. KILBOURNE², H. J. KLUGE¹, D. MCCAMMON³, J. P. MEIER¹, U. POPP¹, R. REUSCHL¹, T. STÖHLKER¹, and S. TROTSSENKO¹ — ¹Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany — ²Goddard Space Flight Center, Greenbelt, USA — ³Univ. of Wisconsin, Madison, USA

The precise determination of the Lamb shift in hydrogen-like heavy ions provides a sensitive test of quantum electrodynamics in very strong Coulomb fields, not accessible otherwise. To increase the accuracy of the Lamb shift measurement on stored $^{238}\text{U}^{91+}$ ions at the ESR storage ring

at GSI, a high-resolution calorimetric low temperature detector for hard X-rays was developed. The experimental requirements for the detector are a high absorption efficiency and a relative energy resolution of about 10^{-3} for 50–100 keV X-rays. The detector consists of arrays of silicon thermistors and X-ray absorbers made of high-Z material. A test array consisting of 4 pixels was recently applied in a first test experiment for Lamb shift measurements at the ESR. A 89 MeV/u $^{238}\text{U}^{92+}$ beam stored in the ESR interacted with a 10^{11} cm^{-3} internal argon gas-jet target. The Lyman- α lines emitted from the charge-exchanged $^{238}\text{U}^{91+}$ ions were clearly identified. An energy resolution of $\Delta E = 149\text{ eV}$ was obtained at $E_\gamma = 70\text{ keV}$ and a total detection efficiency of 1×10^{-7} was reached. The results of this test experiment as well as future perspectives will be discussed.

A 4.5 Di 11:55 H6

Spektroskopie und Autoionisation im Uran — ●SEBASTIAN RAEDER¹, BRUCE BUSHAW², PHILIPP SCHUMANN¹ und KLAUS WENDT¹ — ¹WA LARISSA, Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, D-55099 Mainz — ²Chemical Sciences Division, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA 99352, USA

Mittels dreistufiger Resonanzionisationsspektroskopie mit kontinuierlichen, schmalbandigen Lasern wurden Anregungszustände und Übergangsstärken im Spektrum des neutralen Uranatoms untersucht. Die Studien dienen dabei sowohl als Vorbereitungsschritt zur Etablierung eines empfindlichen und selektiven Laserspektroskopischen Nachweisverfahrens für ^{236}U als auch dem Verständnis des hochkomplexen atomaren Spektrums des Urans. Als erster Anregungsschritt wurde der bekannte starke Übergang vom Grundzustand 0 cm^{-1} ($J_0 = 6$) zum angeregten Zustand 24066.565 cm^{-1} ($J_1 = 7$) bei 415 nm gewählt, während die Laser für die 2. und 3. Schritte im Bereich von $763\text{ nm} - 781\text{ nm}$ durchgescannt wurden. Um hohe Ionisationseffizienz zu gewährleisten, wurde dabei die Gesamtenergie der drei Laser konstant in Resonanz mit einem früher vermessenen autoionisierenden Zustand bei $49961,370\text{ cm}^{-1}$ ($J_3 = 7$) fixiert. Im Spektralbereich von $36862,12\text{ cm}^{-1}$ bis $37165,82\text{ cm}^{-1}$ wurden insgesamt 13 intermediäre Anregungszustände gerader Parität mit J-Werten von 6, 7 oder 8 untersucht. Nachfolgend wurden jeweils Laserscans im 3. Schritt über den Bereich autoionisierenden Resonanzen nahe der Ionisationsgrenze aufgenommen.

A 4.6 Di 12:10 H6

Optische Bestimmung der Kernladungsradien der Lithium Isotope ^6Li bis ^{11}Li . — ●N. MISKI-OGLU¹, W. NÖRTERSCHÄUSER^{1,2}, B. A. BUSHAW³, G. W.F. DRAKE⁴, G. EWALD⁵, CH. GEPPERT¹, H.-J. KLUGE², R. SÁNCHEZ², D. TIEDEMANN¹, Z.-C. YAN⁵ und C. ZIMMERMANN⁵ — ¹Universität Mainz — ²GSI Darmstadt — ³Pacific Northwest National Laboratory, USA — ⁴University Windsor, Kanada — ⁵Universität Tübingen

Die Messung der Isotopieverschiebung bei Lithium-Isotopen ist von großem Interesse. In Kombination mit genauen Berechnungen des Masseneffekts lässt sich daraus der Volumeneffekt und somit die Änderung des Ladungsradius Δr_c bestimmen. Die Änderung Δr_c zwischen ^9Li und ^{11}Li erlaubt Rückschlüsse auf den Einfluss der Haloneutronen auf den Rumpf des Atomkerns zu machen. In vorangegangenen Experimenten sind die Δr_c aller Lithium-Isotope mittels Resonanzionisationsspektroskopie gemessen worden. Dabei diente der durch Elektronenstreuung gemessene Ladungsradius von ^7Li als absolute Referenz. Die Unsicherheit im Wert dieser Referenz dominiert die Unsicherheit aller Lithium-Ladungsradien. Um dies zu verbessern wird die Absolutfrequenz des atomaren Übergangs bestimmt. Unter Zuhilfenahme der Berechnungen des Masseneffekts der Ladungsradius absolut bestimmt werden. Um die gewünschte Genauigkeit zu erzielen ist noch eine Verbesserung der Berechnungen, insbesondere der relativistischen Beiträge, notwendig. Dies ist jedoch in naher Zukunft zu erwarten.

A 4.7 Di 12:25 H6

Neue hochliegende Energieniveaus des Tantal-Ions — ●L. WINDHOLZ und U. ZAHEER — Institut für Experimentalphysik, Technische Universität Graz, Petersgasse 16, A-8010 Graz, Österreich, windholz@tugraz.at

Im Spektrum des Tantal-Ions gibt es im ultravioletten Spektralbereich eine Vielzahl starker nicht klassifizierter Linien. Hochauflösende Fourier-Transformations-Spektren ermöglichten es, zunächst die

Hyperfeinstruktur-Konstanten A und B von etwa 170 Energieniveaus zu bestimmen. Danach wurden die Hyperfeinstrukturen der nicht klassifizierten Linien untersucht. Zeigen mehrere Linien gleiche Konstanten A und B, liegt der Schluß nahe, daß ein gemeinsames, noch unbekanntes Niveau am Zustandekommen dieser Linien beteiligt ist, dessen Lage sich aus den Wellenzahlen und Wellenzahldifferenzen der untersuchten Linien errechnen läßt. Auf diese Weise wurden hochliegende gerade Niveaus im Energiebereich über 72000 Wellenzahlen gefunden. Dies sind die energiereichsten bisher bekannten stationären Zustände der Elektronenhülle des Tantal-Ions.

Wir danken R.Engleman (Univ. of New Mexico, Albuquerque) und J.Pickering (Imperial College London) für die Bereitstellung der Spektren.