

A 3 Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules I

Zeit: Freitag 14:00–16:00

Raum: HU 3075

Hauptvortrag

A 3.1 Fr 14:00 HU 3075

Laserspektroskopische Bestimmung der Ladungsradien leichter Kerne - Von Wasserstoff zum — •WILFRIED NÖRTERSHÄUSER^{1,2}, ANDREAS DAX³, GUIDO EWALD¹, RODOLFO SANCHEZ¹ und AGNIESZKA WOJTASZEK¹ — ¹GSI Darmstadt — ²Universität Tübingen — ³CERN, Switzerland

Die Spektroskopie an Wasserstoff mit immer hochauflösenderen Methoden hat grundlegend zum Verständnis und der Bestätigung der Quantenmechanik und der Quantenelektrodynamik beigetragen. Heute wird auf diesem Gebiet eine Präzision erreicht, die den Einfluß der inneren Struktur des Atomkernes sichtbar werden läßt. Seit wenigen Jahren ist auch die theoretische Beschreibung von Zwei- und Drei-Elektronen-Systemen ausreichend genau, um Kernstruktureffekte aus der Messung der Isotopieverschiebung extrahieren zu können. Damit eröffnete sich die Möglichkeit die Ladungsradien von Helium- und Lithiumisotopen laserspektroskopisch zu bestimmen. Jüngst gelang es erstmalig diese Methode auf die kurzlebigen Isotope dieser Elemente auszudehnen. Nach einem kurzen Überblick werden diese Entwicklungen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Messung der Isotopieverschiebung der Lithiumisotope; hier wurde nach der zuvor erfolgten Messung von ^{8,9}Li jetzt auch die Isotopieverschiebung des Halokernes ¹¹Li bestimmt.

Hauptvortrag

A 3.2 Fr 14:30 HU 3075

Bestimmung des magnetischen Momentes des freien Protons — •STEFAN STAHL¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, SLOBODAN DJEKIC¹, H.-JÜRGEN KLUGE², WOLFGANG QUINT², TRISTÁN VALENZUELA¹, JOSÉ VERDÚ¹, MANUEL VOGEL¹ und GÜNTHER WERTH¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt

Erstmals soll in einem Experiment das magnetische Moment eines einzelnen freien Protons mit einer relativen Unsicherheit von 10^{-9} bestimmt werden. Dazu wird derzeit eine Penning-Ionenfalle an der Universität Mainz aufgebaut, in der supraleitende zerstörungsfreie Nachweiselemente zum Einsatz kommen. Das Umlapen des Spins eines einzelnen in der Falle gespeicherten Protons soll mit Hilfe des kontinuierlichen Stern-Gerlach-Effektes beobachtet werden, der bereits erfolgreich auf Elektronen und Ionen angewendet wurde [1,2]. Ziel ist es, diese Methode mit dem kürzlich etablierten phasensensitiven Bewegungsnachweis eines einzelnen Teilchens zu kombinieren, um das extrem schwache magnetische Moment des Protons bestimmen zu können. Neben dem grundsätzlichen Interesse an der Bestimmung fundamentaler Konstanten in der Physik ist dieses Experiment insbesondere durch den Test der CPT-Verletzung motiviert, da beabsichtigt wird, das hier eingesetzte Verfahren in Zukunft auch auf freie Anti-Protonen anzuwenden.

[1] H.-G. Dehmelt et al., Z. Phys. D **10** (1988) 127

[2] J. Verdu et al., Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 093002

Fachvortrag

A 3.3 Fr 15:00 HU 3075

Zweischleifen-Korrekturen zum g -Faktor gebundener Elektronen — •U. D. JENTSCHURA¹, K. PACHUCKI² und V. A. YEROKHIN³ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Universität Warschau — ³Universität St. Petersburg, Petrodvorets

Zweischleifen-Korrekturen zum g -Faktor gebundener Elektronen [1] bedingen beträchtliche technische und konzeptuelle Schwierigkeiten bei der theoretischen Analyse. Eine Beschreibung mit Hilfe der Long-Wavelength QED [2] vermittelt einen gangbaren Zugang zur analytischen Beschreibung dieser Korrekturen, der auf einen verbesserten Wert für die Elektronenmasse führt (eine der fundamentalen Naturkonstanten).

[1] K. Pachucki, U. D. Jentschura und V. A. Yerokhin, Phys. Rev. Lett. **93**, 150401 (2004).

[2] K. Pachucki, Phys. Rev. A **69**, 052502 (2004).

Fachvortrag

A 3.4 Fr 15:15 HU 3075

Zwei-Photonen-Selbstenergie — •U. D. JENTSCHURA¹ und K. PACHUCKI² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Universität Warschau

Zweischleifen-Bethe-Logarithmen [1] stellen gewisse Herausforderungen an die theoretische Beschreibung, da Techniken aus der Quantenfeldtheorie (Prozesse mit zwei virtuellen Quanten) auf *gebundene* atomare Zustände angewandt werden müssen. Die Kenntnis der Korrektur verbessert wesentlich unser Verständnis der atomaren Bindungsenergi-

en in Wasserstoff und ermöglicht damit einen weiteren Schritt bei der Bestimmung von Fundamentalkonstanten.

[1] K. Pachucki und U. D. Jentschura, Phys. Rev. Lett. **91**, 113005 (2003); U. D. Jentschura, e-print hep-ph/0409271 (Phys. Rev. A, im Druck).

Fachvortrag

A 3.5 Fr 15:30 HU 3075

Calculation of transition probabilities for two-electron ions — •OLEG YU. ANDREEV¹, LEONTI N. LABZOWSKY², GÜNTER PLUNIEN¹, and GERHARD SOFF¹ — ¹Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, D-01062, Dresden, Germany — ²V. A. Fock Institute of Physics, St. Petersburg State University, Ulyanovskaya 1, 198504, Petrodvorets, St. Petersburg, Russia

We present an accurate QED calculation of the interelectron interaction corrections for transition probabilities for two-electron multicharged ions. The calculation is performed for the low-lying two-electron configurations (K and L-shells). In particular, the quasidegenerate $(1s2p) 2^1P_1$ and $(1s2p) 2^3P_1$ configurations are under consideration. The total transition probabilities are evaluated. The calculation is performed for ions with the nuclear charge $10 \leq Z \leq 92$.

Fachvortrag

A 3.6 Fr 15:45 HU 3075

Zemach and magnetic radius of the proton from the hyperfine splitting in hydrogen — •ANDREI V. VOLOTKA^{1,2}, VLADIMIR M. SHABAEV^{1,2}, GÜNTER PLUNIEN², and GERHARD SOFF² — ¹St. Petersburg State University, Oulianovskaya 1, Petrodvorets, St. Petersburg 198504, Russia — ²Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, 01062 Dresden, Germany

The current status of the determination of corrections to the hyperfine splitting of the ground state in hydrogen is considered. Improved calculations are provided taking into account the most recent value for the proton charge radius. Comparing experimental data with predictions for the hyperfine splitting, the Zemach radius of the proton is deduced to be 1.045(16) fm. Employing exponential parametrizations for the electromagnetic form factors we determine the magnetic radius of the proton to be 0.778(29) fm. Both values are compared with the corresponding ones derived from the data obtained in electron-proton scattering experiments and the data extracted from a rescaled difference between hyperfine splittings in hydrogen and muonium.