

A 11: Poster I - Collisions with electrons and ions

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: Poster B

A 11.1 Di 16:30 Poster B

Projectile excitation in relativistic ion–atom collisions: Alignment of excited ionic states — ●STEPHAN FRITZSCHE¹, THOMAS STÖHLKER², ANDREY SURZHYKOV³, and ULRICH D. JENTSCHURA³ — ¹Universität Kassel — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt — ³Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

Both, the electron capture and Coulomb excitation of heavy projectile ions at storage rings lead to an alignment of the resulting excited ionic states with respect to the beam direction. Such an alignment results subsequently in the emission of characteristic x-ray photons which have an anisotropic angular distribution as well as a nonzero linear polarization. While the (angular and polarization) properties of the characteristic radiation following capture processes have been studied in great detail during the last two decades, less attention has been paid to the Coulomb excitation of the projectiles by the (screened) charge of the target atoms. Only recently the “excitation-and-decay” process have been observed at the GSI facility in Darmstadt for the helium-like uranium U^{90+} ions. The measured alignment of the $1s2p_{3/2} J = 1$ excited state was found, however, to be inconsistent with the predictions of a simple one-particle model. In this contribution, therefore, we present a theoretical study of the Coulomb excitation process, based on the Dirac’s relativistic equation and the semi-classical approximation, which takes into account the multi-electron aspect of the helium-like ions. By using our theoretical approach, predictions are given for the alignment of the $1s2p_{3/2} J = 1, 2$ states of high- Z projectile ions and are compared with available experimental data.

A 11.2 Di 16:30 Poster B

Investigating correlated few-electron dynamics and QED contributions by means of dielectronic recombination into highly-charged Fe, Kr, Xe, Ba, W, and Hg ions — ●Z. HARMAN¹, V. MÄCKEL¹, A. J. GONZÁLEZ MARTINEZ¹, J. R. CRE-SPO LÓPEZ-URRUTIA¹, A. N. ARTEMYEV^{1,2}, U. D. JENTSCHURA¹, C. H. KEITEL¹, O. POSTAVARU¹, H. TAWARA¹, I. I. TUPITSYN^{1,2}, and J. ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ²St. Petersburg State University, Oulianovskaya 1, 198504 St. Petersburg, Russland

The photorecombination of highly charged He- to B-like ions has been explored in the atomic number range $Z=26$ to 80 with the Heidelberg electron beam ion trap [1,2]. The energies of state-selected dielectronic recombination (DR) resonances were determined over the KLL region. At the present level of experimental accuracy, it becomes possible to make a detailed comparison to various theoretical approaches and methods, all of which include relativistic and quantum electrodynamic (QED) effects. Theoretical resonance energies for KLL DR are calculated by various means [3]. The comparison of theoretical values with the experimental energies shows a good overall agreement. Few discrepancies are found in specific recombination resonances for initially Li- and Be-like heavy ions.

[1] A. J. González Martínez *et al.*, Phys. Rev. A 73, 052710 (2006).

[2] V. Mäckel *et al.*, to be published

[3] Z. Harman *et al.*, Phys. Rev. A 73, 052711 (2006).

A 11.3 Di 16:30 Poster B

3D-Bilder der Elektronstoßionisation von Atomen — ●ALEXANDER DORN, MARTIN DÜRR, XUEGUANG REN, VLADIMIR BOROVNIK, ARNE SENFTLEBEN und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Mit dem Reaktionsmikroskop (RM), einem kombinierten Elektronen- und Rückstoßionen-Impulsspektrometer lässt sich die Dynamik von atomaren Stoß- und Fragmentationsprozessen im Detail untersuchen. Mit einem speziell für niederenergetische Elektronenstoßprozesse konzipierten RM können nun kinematisch vollständige Untersuchungen über einen großen Projektilenergiebereich bis hinunter zur Ionisationschwelle durchgeführt werden. In diesem Beitrag werden Ergebnisse zur Einfach- und Doppelionisation ((e,2e) und (e,3e) Prozesse) von Helium, Argon und anderen Targetatomen vorgestellt. Diese umfassen den vollen Raumwinkel für die ionisierten Elektronen und einen großen Bereich von Projektilstreuwinkeln. Es lassen sich erstmals Wirkungsquerschnitte für alle Emissionsrichtungen als 3D-Bilder darstellen und entsprechende theoretische Rechnungen umfassend testen.

A 11.4 Di 16:30 Poster B

Cold electron beams for high-resolution storage-ring electron collision spectroscopy. — ●MICHAEL LESTINSKY, JENS HOFFMANN, DMITRY ORLOV, and ANDREAS WOLF — Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg

High-resolution electron collision spectroscopy uses a merged beams arrangement with a magnetically guided electron beam in heavy ion storage rings to observe resonant processes such as dielectronic recombination of atomic and dissociative recombination of molecular ions. At low energies, energy resolutions can reach down to 0.5 meV with a photocathode source. At higher energies the achievable resolution is limited by the energy spread parallel to the overall motion of the beam, usually expressed by the longitudinal temperature kT_{\parallel} .

The influence of realistic acceleration arrangements, employing magnetic transverse expansion and a long section for slow (adiabatic) acceleration (0.45 m), has been systematically investigated at the cold electron target of the TSR Heidelberg. At a beam energy of 4 keV, lower limits of kT_{\parallel} of 29 μeV and 11 μeV were realized at the two current extremes of 10 mA and 0.05 mA, respectively. For fast acceleration, the temperatures were found to be higher by up to 25%. A guiding field of 0.06 T was used to keep the rise of kT_{\parallel} by electron scattering low, so that expected effects of the acceleration structure become visible. The results help to guide the layout of future high-resolution beam devices, such as at the NESR at GSI/FAIR or at the CSR Heidelberg.

A 11.5 Di 16:30 Poster B

Streudifferenzieller Wirkungsquerschnitt für einen Elektronentransfer in Stößen von H^+ und Helium — ●HONG-KEUN KIM¹, MARKUS SCHÖFFLER¹, JASMIN TITZE¹, LOTHAR SCHMIDT¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, REINHARD DÖRNER¹, HORST SCHMIDT-BÖCKING¹ und IVAN MANCEV² — ¹Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt, Deutschland — ²Department of Physics, University of Nis

Bei H^+ -Helium Stößen wurde der streuwinkel differenzielle Wirkungsquerschnitt des Einelektronentransfers (single capture, SC) bestimmt. Bei Projektilenergien zwischen 60 und 1200 keV/u wurden sowohl der Einfluss großer bzw. sehr kleiner Störungen abgedeckt. Zur experimentellen Untersuchung kam die Technologie der Rückstoßionenimpulsspektroskopie (COLTRIMS) zum Einsatz. Bei den höchsten untersuchten Einschussenergien gab es Evidenzen für Prozesse höherer Ordnung wie den Elektron-Kern-Thomas-Prozess. Die experimentell erfassten Daten stehen in guter Übereinstimmung mit neuen theoretischen Ergebnissen der four-body one-channel distorted wave Modelle (CDW-BFS, CDW-BIS und BDW).

A 11.6 Di 16:30 Poster B

Stossinduzierte Ionisation und Fragmentation von Acetylen — BÄRBEL SIEGMANN¹ und ●UDO WERNER² — ¹Institut für Physik, Universität Dortmund, 44221 Dortmund — ²Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, 33615 Bielefeld

Die Mehrfachionisation und Fragmentation von C_2H_2 wurde in Stößen mit 100–200 keV H^+ , He^+ und O^+ Ionen untersucht. Die im Stoss erzeugten Elektronen und Ionen werden durch ein homogenes elektrisches Feld separiert und mit einem orts- und zeitauflösenden Multi-Hit-Detektor nachgewiesen, der die koinzidente Messung der Impulsvektoren korrelierter Fragmentionen erlaubt. Hierdurch kann die Kinematik einzelner Fragmentationskanäle, wie z.B. $C_2H_2 \rightarrow CH^+ + CH^+$ oder $C_2H_2 \rightarrow H^+ + C^+ + CH^+$, vollständig analysiert werden, wodurch neben der Bestimmung von relativen Wirkungsquerschnitten auch die Analyse von Winkelkorrelationen und der kinetischen Energien der Fragmentionen möglich wird. Die gemessenen Verteilungen liefern wertvolle Hinweise auf die Fragmentationsdynamik: so findet man beispielsweise für den Kanal $C_2H_2 \rightarrow H^+ + C_2^+ + H^+$, dass neben simultanen Fragmentationsprozessen auch schrittweise Prozesse eine Rolle spielen.

A 11.7 Di 16:30 Poster B

Winkeldifferentielle Wirkungsquerschnitte für Edelgasmehrfachionisation durch Protonen unter Berücksichtigung von Auger-ähnlichen Zerfallsprozessen — TOBIAS SPRINGER, MYROSLAV ZAPUKHLYAK und ●TOM KIRCHNER — Institut für Theoretische

Physik, TU Clausthal

Wir betrachten einfache und mehrfache Ionisation von Neon und Argon durch energiereiche Protonen im Modell unabhängiger Teilchen. Bei Projektilenergien über etwa einem MeV dominieren Auger-ähnliche Zerfallsprozesse die Mehrfachionisation. Diese können durch unser kürzlich eingeführtes statistisches Modell adäquat beschrieben werden [1]. Wir zeigen, wie mit Hilfe einiger Streumodelle (Rutherford und realistischere Modelle), winkeldifferentielle Wirkungsquerschnitte gewonnen werden können. Mit diesen Ergebnissen kann eine jahrzehntelange Diskrepanz zwischen verschiedenen Experimenten ausgeräumt werden.

[1] Tobias Spranger and Tom Kirchner. *J. Phys. B*, 37(20): 4159-4165, 2004.

A 11.8 Di 16:30 Poster B

Cross sections for \bar{p} - He collisions — ●ARMIN LÜHR and ALEJANDRO SAENZ — Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Moderne Optik, Hausvogteiplatz 5-7, D-10117 Berlin

Although the interaction between matter and antimatter has been a fascinating topic for many years, a lot of open questions still remain. In the case of \bar{p} - He scattering there is a clear discrepancy between experimental and theoretical results at low impact energies (< 50 keV). In the near future improved conditions for the production of slow antiproton beams at the new antiproton facility at GSI Darmstadt are expected to provide the basis for new and more reliable experimental data. This gives also new impetus to theoretical investigations which in turn should be useful for the design of this new experimental facility.

We present theoretical results for cross sections of \bar{p} - He collisions with energies > 0.1 keV. The calculations are based on a time-dependent close coupling method. Similar to a previous work [1] we have chosen a configuration-interaction (CI) based one-center approach. However, we expand the one-electron wave function in terms of B-spline functions as has been done in [2] for an effective one-electron treatment. The trajectory of the antiproton is considered to be classical. The consequences of this approximation will be addressed in future work.

[1] A. Igarashi *et al.*, *Phys. Rev. A* 64, 042717 (2001)

[2] S. Sahoo *et al.*, *Nucl. Inst. Phys. Res. B* 233, 318 (2005)

A 11.9 Di 16:30 Poster B

Erste Experimente mit einem In-Ring Reaktionsmikroskop im Schwerionen-Speicherring ESR der GSI — ●MARCO SCHÄFER¹, DANIEL FISCHER³, SIEGBERT HAGMANN², THOMAS FERGER¹, KAI-UWE KÜHNEL¹, MUAFFAQ NOFAL², CHRISTOPHOR KOZHUHAROV², CHRISTINA DIMOPOULOU², MARKUS STECK², THOMAS STÖHLKER², CARSTEN BRANDAU², HARALD BRÄUNING², HERMANN ROTHARD⁴, GAETANO LANZANO⁵, ENRICO DE FILIPPO⁵, ROBERT MOSHAMMER¹ und JOACHIM ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt, Germany — ³Physics Department of Stockholm University, Stockholm, Sweden — ⁴CIRIL, Caen, France — ⁵INFN, Catania, Italy

Mit einem eigens für den Experimentier-Speicherring ESR der GSI konzipierten Reaktionsmikroskop wurden erste Experimente zur Vielfachionisation von Neon und Argon Atomen in Stößen mit hochenergetischen (230 MeV/u) U^{90+} Ionen durchgeführt. Hierbei könnten bis zur 10-fachen Ionisation von Ar die Impulsverteilungen der emittierten

Elektronen vermessen werden. Des Weiteren war es möglich umgeladene Projektile in Koinzidenz mit einem ionisierten Targetatom nachzuweisen und damit den Elektroneneinfang in Stößen von im Ring abgebremsten U^{92+} (13MeV/u) mit Ne zu untersuchen. Ein Überblick über die durchgeführten Experiment und erste Ergebnisse werden vorgestellt.

A 11.10 Di 16:30 Poster B

Kinematically complete study on transfer-excitation in intermediate-energy p-He collisions — MYROSLAV ZAPUKHLYAK¹, ●TOM KIRCHNER¹, AHMAD HASAN^{2,3}, BRIAN TOOKE², and MICHAEL SCHULZ² — ¹Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, Leibnizstraße 10, 38678 Clausthal-Zellerfeld — ²Physics Department and Laboratory for Atomic, Molecular, and Optical Research, University of Missouri-Rolla, Rolla, Missouri 65409, USA — ³Department of Physics, UAE University, P.O. Box 17551, Alain, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Very recently, we have reported the first measured differential cross sections for transfer excitation in p-He collisions at 25, 50, and 75 keV impact energy. A comparison with double excitation data and with nonperturbative time-dependent calculations indicated that dynamic couplings between the motion of the heavy particles and the electronic transitions and/or electron-electron correlation effects must play a role in these processes [1].

Refined calculations on the basis of the eikonal approximation for the extraction of differential cross sections give a more definite answer: they show that it is the quantal nature of the heavy particle-electron coupling that produces experimentally observed structures in double ratios of transfer-excitation to single capture and double to single excitation cross sections.

[1] A. Hasan et al, *Phys. Rev. A* 74, 032703 (2006)

A 11.11 Di 16:30 Poster B

Projectile Continuum Processes in Relativistic Ion-atom Collisions — ●MUAFFAQ NOFAL^{1,3}, SIEGBERT HAGMANN^{2,3}, THOMAS STÖHLKER³, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV³, XINCHENG WANG⁴, ALEXANDER GUMBERIDZE³, UWE SPILLMANN³, REGINA REUSCHL³, SEBASTIAN HESS³, SERGEJ TROTSSENKO³, DAREK BANAS³, DIETER LIESEN³, DORIS JAKUBASSA-AMUNDSEN⁵, JOACHIM ULLRICH¹, ROBERT MOSHAMMER¹, REINHARD DÖRNER², HERMANN ROTHARD⁶, and MARKUS STECK³ — ¹Max Planck Institut f. Kernphysik, Heidelberg, Deutschland — ²Inst. f. Kernphysik, Univ. Frankfurt, Deutschland — ³GSI, Darmstadt, Deutschland — ⁴Fudan University, Shanghai, China — ⁵Mathem. Institut, LMU, München — ⁶Ciril, Ganil, Caen, Frankreich

We have measured at the storage ESR for 90AMeV $U(88+) + N_2$ differential cross sections for forward electron emission. Electrons emitted into a narrow forward cone around the projectile direction are momentum analyzed with a magnetic forward electron spectrometer of the dipole-quadrupole-dipole type equipped with a 2D position sensitive electron detector. Electrons are measured in coincidence with charge exchanged projectiles $U(89+)$ for electron loss (ELC) and $U(87+)$ for simultaneous electron capture to bound and continuum states (ECC2). The ELC cusp is very narrow and symmetric; it is attributed to projectile 2s ionization. In contrast the ECC2 cusp is visibly skewed to the low momentum side. Comparisons with theoretical calculations are in progress.