

A 18 Wechselwirkung mit starken Laserpulsen II: Ionisation

Zeit: Donnerstag 14:00–15:30

Raum: H6

Hauptvortrag

A 18.1 Do 14:00 H6

S-Matrix theory of laser-induced nonsequential double ionization — ●CARLA FIGUEIRA DE MORISSON FARIA — Centre for Mathematical Science, City University, Northampton Square, London EC1V 0HB, United Kingdom

We investigate laser-induced nonsequential double ionization (NSDI), considering a physical mechanism in which the first electron dislodges the second by electron-impact ionization, within an S-Matrix framework. We investigate the influence of the type of interaction by which the second electron is dislodged, of final-state electron-electron repulsion, of the initial electronic bound states and of the external laser field on the electron momentum distributions.

Furthermore, we have obtained a very good agreement between the S-Matrix computation and a simple classical model. The latter model has been extended to more than two electrons, and has led to an estimate, from existing experimental data, of electron thermalization times in the attosecond (10^{-18} s) regime.

Finally, we have shown that NSDI by few-cycle driving pulses can be used for absolute-phase measurements. In this case, the electron momentum distributions are either concentrated in the region of positive or negative parallel electron momentum. Around a critical value of the absolute phase, the distributions shift from one region to the other. Such a behavior can be traced back to a change in the dominant set of trajectories of an electron rescattering with its parent ion.

For a review c.f. C. Figueira de Morisson Faria, X. Liu and W. Becker, *Progress in Ultrafast Intense Laser Science*, Springer, 2005 (in press).

A 18.2 Do 14:30 H6

Recoil Ion Momentum Spectra in Non-Sequential Double Ionization: Comparison of Different Theoretical Approaches — ●FLORIAN WILKEN and DIETER BAUER — Max Planck Institute for Nuclear Physics, P.O. Box 10 39 80, 69029 Heidelberg, Germany

Atomic ionization processes in low-frequency strong fields exhibit an increased double ionization probability due to non-sequential double ionization in certain intensity regions [1]. Calculations for one-dimensional model atoms using different theoretical approaches have been successful in reproducing a “knee structure” [2,3,4] in the double ionization probability. We solve numerically the exact time-dependent Schrödinger equation for a one-dimensional model Helium atom in a short laser pulse for various intensities. Double ionization probabilities and momentum distributions of the recoil ion are obtained in agreement with experiments and previous works [5]. Numerical solutions for different theoretical approaches are calculated. The resulting ionization probabilities and momentum distributions are compared to the exact Schrödinger solution. The underlying process of the enhanced double ionization probabilities can be inferred from the momentum distribution of the recoil ion. A first assessment is made whether these approaches describe the non-sequential double ionization process satisfactorily.

[1] B. Walker et al., *Phys. Rev. Lett.* **73**, 1227 (1994).

[2] J.B. Watson et al., *Phys. Rev. Lett.* **78**, 1884 (1997).

[3] N.E. Dahlen and R. van Leeuwen, *Phys. Rev. A* **64**, 23405 (2001).

[4] M. Lein and S. Kümmel, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 143003 (2005).

[5] M. Lein et al., *Phys. Rev. Lett.* **85**, 4707 (2000).

A 18.3 Do 14:45 H6

Ionisationsdynamik in der Dichtefunktionaltheorie — ●MICHAEL MUNDT^{1,2} und STEPHAN KÜMMEL² — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, D-01187 Dresden — ²Institut für Theoretische Physik, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth

Für die Beschreibung nicht-linearer und nicht-perturbativer Effekte, wie sie z.B. in starken Laserfeldern auftreten, bietet die zeitabhängige Dichtefunktionaltheorie (TDDFT) einen ‘first principle’ Zugang. Dabei wird das zu untersuchende System einzig und alleine durch seine Dichte beschrieben. Der daraus resultierende geringe numerische Aufwand ermöglicht die Beschreibung von Systemen, für welche eine Lösung der vollen zeitabhängigen Schrödingergleichung nicht möglich ist. Die entscheidende Größe bei praktisch allen TDDFT Rechnungen ist das Austausch-Korrelationspotential, welches nicht explizit bekannt ist und genähert werden muss. Dabei ist es wichtig, möglichst viele exakte Eigenschaften zu kennen und Näherung zu verwenden, die diese Eigenschaften haben. Unser Beitrag befasst sich mit einer solchen Eigenschaft: Dem

Einfluss der Teilchenzahl auf das Austausch-Korrelationspotential. Anhand der Simulation eines Ionisationsprozesses eines Li Atoms wird gezeigt, daß diese Eigenschaft eine wichtige Rolle spielt für Prozesse, die zu separierten Untersystemen führen, wie z.B. in Ionisations- und Dissoziationsprozessen.

A 18.4 Do 15:00 H6

A new adiabatic density-functional treatment of ionisation in Helium — ●ASTRID S. DE WIJN¹, STEPHAN KÜMMEL², and MANFRED LEIN³ — ¹MPIPKS Dresden — ²University of Bayreuth — ³MPI für Kernphysik Heidelberg

Past investigations have shown that present day time-dependent density functionals do not properly describe the double ionisation of Helium. Recently, it has been suggested that this problem may be related to the absence of a derivative discontinuity in these functionals [1]. We introduce a new, adiabatic time-dependent density-functional which includes the exact ground-state correlation potential for a fractional particle number that corresponds to the present number of bound electrons. The other terms in the Kohn-Sham potential are calculated exactly. For one-dimensional Helium with a softened Coulomb potential, we compare this “exact” adiabatic approximation to fully exact results as well as results from Hartree-Fock calculations. We find that the adiabatic approximation reproduces the knee structure in the laser-intensity dependence of the double-ionisation probability.

[1]M. Lein and S. Kümmel, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 143003 (2005).

A 18.5 Do 15:15 H6

Ionisation von Edelgasen mit ultrakurzen zirkular polarisierten Laserpulsen — ●MATHIAS SMOLARSKI¹, ANDRÉ STAUDTE¹, MARKUS SCHÖFFLER¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, REINHARD DÖRNER¹, PHILIP SCHLUP², PETRISSA R. ECKLE², ANOUSH AGHAJANI-TALES², JENS BIEGERT² und URSULA KELLER² — ¹Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Max-von-Laue-Str. 1, D-60438 Frankfurt am Main, GERMANY — ²ETH Zurich, Department of Physics, Institute of Quantum Electronics, Wolfgang-Pauli-Str. 16, CH-8093 Zurich, SWITZERLAND

In einer COLTRIMS Messung wurde ein direkter Einfluss der carrier-envelope offset (CEO) Phase auf die Impulsverteilung von Argon Ionen beobachtet, die mittels eines ultrakurzen, phasenstabilisierten, zirkular polarisierten Laserpulses erzeugt wurden. Ein ähnliches Phänomen wurde bereits zur Bestimmung der CEO Phase in linear polarisierten ultrakurzen Laserpulsen benutzt [1]. Zur Erklärung der Impulsverteilung wird eine klassische Monte Carlo Simulation herangezogen, welche die Impulsverteilungen von Fragmenten aus der Einfachionisation von Atomen in ultrakurzen Laserpulsen mit zirkularer Polarisation simuliert. Die Ionisationswahrscheinlichkeit wird zu jedem Zeitpunkt des Laserpulses nach der ADK-Theorie [2] berechnet. In der Simulation werden Elliptizität und Chirp berücksichtigt, die beim Durchgang durch eine Verzögerungsplatte entstehen. Desweiteren werden die Voraussagen der Simulation für Helium vorgestellt.

[1] G.G. Paulus et al. *Phys. Rev.Lett.* 91 (2003) 253004 [2] M.V. Amosov, N.B. Delone and V.P. Krainov *Sov. Phys. JETP* 64 (1986) 2008