

A 15: Atomic Systems in External Fields I

Zeit: Mittwoch 11:30–13:00

Raum: 5M

A 15.1 Mi 11:30 5M

Erzeugung höherer Harmonischer mittels maßgeschneiderter Laserpulse — ●MICHAEL KLAIBER^{1,2}, KAREN Z. HATSAGORTSYAN¹ und CHRISTOPH H. KEITEL¹ — ¹Max-Planck Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Physikalisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die Wechselwirkung von maßgeschneiderten Laserpulsen mit atomaren Systemen im relativistischen Parameterbereich wird theoretisch untersucht. Der durch die Lorentzkraft des Lasermagnetfeldes verursachte Drift des ionisierten Elektrons wird durch Optimierung der Pulsform stark verringert und die Rekombinationswahrscheinlichkeit massiv erhöht. Basierend auf der Klein-Gordon-Gleichung wird die Emissionsrate höherer Harmonischer berechnet und eine Erhöhung der Rate um mehrere Größenordnungen im Vergleich zu sinusförmigen Lasern vorhergesagt. Das zum Atom zurückkehrende Elektron kann bei realistischen Laserparametern Energien im MeV-Bereich besitzen und damit harte Röntgenstrahlung oder Kernreaktionen im Atom auslösen.[1]

[1] M. Klaiber, K. Z. Hatsagortsyan, C. H. Keitel, Phys. Rev. A 74, 051803(R) (2006).

A 15.2 Mi 11:45 5M

Laser-assisted bremsstrahlung — ●ERIK LÖTSTEDT, STEPHAN SCHNEZ, ULRICH D. JENTSCHURA, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg

We present calculations of the cross section for laser-assisted bremsstrahlung, the first numerical evaluation of a second-order quantum electrodynamic process with the Dirac-Volkov propagator in a strong laser field [1]. In this process an electron in a strong laser field collides with a nucleus and emits a non-laser mode photon. The electron-laser interaction can be treated exactly by using the analytical solutions and propagators of the Dirac equation in an external plane-wave field, while the interaction with the nucleus and the emitted photon is taken into account perturbatively. Numerical results are presented for laser intensities of order 10^{21} W/cm², for both circular and linear polarization of the laser. In particular we show that this process is resonant, due to the periodic nature of the laser, and we mention how to deal with these resonances. Finally, we discuss pair creation by photon absorption in the field of a nucleus and a laser, which is related to laser-assisted bremsstrahlung by a crossing symmetry.

[1] E. Lötstedt, U. D. Jentschura, and C. H. Keitel, Phys. Rev. Lett. (in press)

A 15.3 Mi 12:00 5M

First verification of exceptional points in the spectra of atoms in external fields — ●HOLGER CARTARIUS, JÖRG MAIN, and GÜNTER WUNNER — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart

A degeneracy of two complex eigenvalues which has the form of a branch point singularity in systems which depend on a parameter is called an exceptional point. Exceptional points can appear in open quantum systems with resonances, which can be described by complex energy eigenvalues of non-Hermitian Hamiltonians. They have already been studied in a variety of systems, e.g., the laser induced ionization of atoms, acoustical systems, microwave cavities, and atom waves in optical lattices. However, an investigation of the spectra of atoms in external fields with respect to the presence of exceptional points is still lacking.

We report the first observation of exceptional points in the spectrum of the hydrogen atom in static external fields with numerical calculations. For that purpose, we investigate the resonances of the hydrogen atom in crossed electric and magnetic fields and show how exceptional points can be found by exploiting characteristic properties of the branch point singularities. We propose a method to extract resonances from experimental photoionization spectra and to verify the existence of exceptional points experimentally.

A 15.4 Mi 12:15 5M

Cross section statistics for non-hydrogenic Rydberg atoms in crossed fields — ●JAVIER MADROÑERO¹, THOMAS GORIN², SHINOSUKE KAWAI³, and ANDREAS BUCHLEITNER² — ¹Physic Department, Technische Universität München, München — ²Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden — ³Laboratoire de Chimie Théorique, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke, Quebec, Canada

Fluctuations of the ionization cross section for non-hydrogenic Rydberg atoms in crossed electric and magnetic fields are considered in a regime where the classical dynamics is dominated by chaotic scattering and the quantum mechanical regime shows strongly overlapping resonances. Classical decay rates are computed by direct Monte-Carlo methods as well as transition state theory, and compared with numerically exact quantum simulations.

A 15.5 Mi 12:30 5M

Test der Lorentz-Invarianz mit einer ³He-Atomuhr — ●CLAUDIA GEMMEL¹, WERNER HEIL¹, STEFAN BAESSLER¹, YURI SOBOLEV¹, WOLFGANG KILIAN², ALLARD SCHNABEL², FRANK SEIFERT², LUTZ THRAMS², MARTIN BURGHOFF² und WOLFGANG MÜLLER² — ¹Universität Mainz — ²PTB Berlin

Ziel des Experimentes ist es, eine Variation der Präzessionsfrequenz der ³He-Spins mit der Periode eines Sternentages zu messen, was eine Verletzung der Lorentz-Invarianz bedeuten würde. In einem schwachen und sehr homogenen Magnetfeld, das in einem magnetisch abgeschirmten Raum an der PTB Berlin aufgebaut wird, werden die ³He-Atome kernspinpolarisiert und zur Spinpräzession angeregt. Die Präzessionsfrequenz wird mit einem SQUID-System über einen Zeitraum von etwa einem Tag aufgezeichnet. Die Messungen werden im Vierteljahresrhythmus wiederholt, um zusätzlich die Phasenverschiebung der Tag-Nacht Periode zu messen.

Mit diesem Aufbau erreichen wir zurzeit T₂-Relaxationszeiten von mehreren Tagen; die Magnetfelddriften liegen bei etwa 1 pT/h. Die Genauigkeit des Experiments, die momentan vor allem durch die Felddriften limitiert ist, kann zukünftig durch den Einsatz einer zweiten Atomuhr (¹²⁹Xe-Atomuhr), in ihrer Funktion als Co-Magnetometer, wesentlich verbessert werden.

In meinem Vortrag sollen die bisherigen Messungen und Ergebnisse beschrieben und Ideen zur Verbesserung des Aufbaus vorgestellt werden.

A 15.6 Mi 12:45 5M

The two-photon decay of the aligned hydrogen-like U⁹¹⁺ ions — ●LESYA BOROWSKA^{1,2}, ANDREY SURZHYKOV³, THOMAS STÖHLKER⁴, and STEPHAN FRITZSCHE¹ — ¹Universität Kassel, Kassel, Germany — ²Institute for Nuclear Research, Kyiv, Ukraine — ³MPI, Heidelberg, Germany — ⁴GSI, Darmstadt, Germany

Within the last decade, experiments with highly charged ions are related to the studies of one- or few-electron systems in the strong electromagnetic fields produced by heavy nuclei. In atomic structure studies, the heavy ions provides us with the unique possibility to test quantum electrodynamics. One of the most sensitive probe of quantum electrodynamic and relativistic effects in strong fields is the two-photon decay of the highly charged hydrogen-like ions [1]. Up to the present the initially excited state of these ions was assumed to be *unaligned* in all previous studies on the angular correlation of the two emitted photons. In most experiments this assumption is not well justified since the excited states of the ions are produced more often than not in relativistic ion-atom and ion-electron collisions with a well-defined direction of the incoming ion beam [2]. We present theoretical study of the two-photon decay of the aligned hydrogen-like U⁹¹⁺ ions. For these ions we calculated photon-photon angular correlation of the $3d_{5/2} \rightarrow 1s_{1/2}$ two-photon decay. We compare our result with *unaligned* case.

[1] S. Fritzsche, P. Indelicato and T. Stöhlker, J. Phys. **B38**, S707 (2005).

[2] Th. Stöhlker *et al*, Phys. Scr. **T110**, 384 (2004).