

A 5 Atoms in External Fields

Zeit: Samstag 08:30–10:00

Raum: HU 3075

Fachvortrag

A 5.1 Sa 08:30 HU 3075

QED-corrections to laser-dressed atomic multilevel systems — •J. EVERS, U. D. JENTSCHURA, and C. H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

The treatment of QED-effects in dynamical processes requires a thorough analysis of several relativistic and field-theoretic effects, which all contribute to the atomic population dynamics and to the quasi-energies of the laser-dressed states. Among these, there are relativistic and radiative corrections to the transition dipole moment, Bloch-Siegert shifts, non-resonant corrections, and corrections to the so-called secular approximation, as well as field-configuration dependent corrections [1]. In multilevel systems, further effects have to be considered. We show that the intricacies due to the inclusion of additional atomic states to the analysis are no principle obstacle for a high-precision treatment of the problem [2]. [1] J. Evers, U. D. Jentschura and C. H. Keitel, e-print quant-ph/0403202 (Phys. Rev. A, in print). [2] U. D. Jentschura, J. Evers and C. H. Keitel, Laser Physics, Festschrift dedicated to H. Walther on the occasion of his 70th birthday (in print).

Fachvortrag

A 5.2 Sa 08:45 HU 3075

Novel efficient semiclassical quantization method for chaotic systems with pruned symbolic dynamics and application to the diamagnetic hydrogen atom — •J. MAIN — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, Germany

Semiclassical quantization methods have been successfully applied to the diamagnetic hydrogen atom at low energies and at very high energies, where the classical dynamics is fully hyperbolic and can be described by a complete symbolic dynamics. However, at energies around the field-free ionization limit, where the symbolic dynamics is strongly pruned, the atom has so far resisted all existing semiclassical techniques. We present a novel method based on high-resolution signal processing of the periodic orbit signal with amplitude constraints. A rather small set of ~ 1500 periodic orbits, which have been obtained with a multi-shooting algorithm, is sufficient to calculate about 20 eigenvalues at energy $E = 0$. The new method allows for the first time for the efficient quantization of a large variety of systems with pruned dynamics such as the hyperbola billiard, the closed three-disk billiard and the three-dimensional four-sphere system with touching spheres.

Fachvortrag

A 5.3 Sa 09:00 HU 3075

\hbar -Entwicklungen in semiklassischen Theorien für Systeme mit weichen Potentialen und Anwendung auf das Wasserstoffatom im Magnetfeld — •HOLGER CARTARIUS, JÖRG MAIN und GÜNTER WUNNER — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart

Für die Berechnung semiklassischer Spektren klassisch chaotischer Systeme ist die Gutzwiller-Spurformel ein wichtiges Instrument. Sie stellt die führende Ordnung in einer Entwicklung des oszillierenden Anteils der Energiezustandsdichte nach Potenzen von \hbar dar. Die nächsthöheren Ordnungen wurden bereits für Billardsysteme berechnet und durch Vergleiche mit quantenmechanischen Rechnungen bestätigt. Für Systeme mit weichen Potentialen wurde in der Literatur [1] eine Methode vorgestellt, die es gestattet, auch für solche Systeme \hbar -Korrekturen zur Gutzwiller-Spurformel zu berechnen. Wir wenden diese Methode auf das zweidimensionale Wasserstoffatom im Magnetfeld an, wobei wir erstmals die Symmetrie des Potentials voll ausnutzen. Durch harmonische Inversion können die Korrekturterme auch aus einem quantenmechanischen Spektrum extrahiert werden, was einen Test der semiklassischen Werte ermöglicht.

[1] B. Grémaud, Phys. Rev. E **65**, 056207 (2002)

Fachvortrag

A 5.4 Sa 09:15 HU 3075

Gaußsche-Wellenpaket-Dynamik für das Wasserstoffatom in intensiven Magnetfeldern — •TOMAŽ FABČIČ, JÖRG MAIN und GÜNTER WUNNER — Institut für Theoretische Physik 1, Universität Stuttgart, D-70550 Stuttgart

Gegenüber numerisch exakten zeitabhängigen quantenmechanischen Rechnungen hat die Methode der Gaußschen-Wellenpaket-Dynamik den Vorteil schneller und einfacher Implementierung. Ein weiterer Vorteil der Methode gegenüber anderen semiklassischen Propagatoren wie z.B. dem

Herman-Kluk-Propagator besteht darin, dass keine aufwändig zu berechnenden Vorfaktoren auftreten. Die Gaußsche-Wellenpaket-Dynamik ist in der Molekülphysik, in der Potentiale durch harmonische Potentiale gut angenähert werden können, wohl etabliert. Verwendet man regularisierte Koordinaten, lässt sie sich auch auf das nichtintegrierte Problem des H-Atoms in starken äußeren Feldern anwenden. Die hohe Effizienz des Verfahrens wird an diesem Beispiel veranschaulicht.

Fachvortrag

A 5.5 Sa 09:30 HU 3075

Rydberg atoms in crossed magnetic and electric fields — •JAVIER MADROÑERO and ANDREAS BUCHLEITNER — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

We report on numerically exact quantum calculations on alkali Rydberg atoms in crossed magnetic and electric fields, above the ionization threshold. Quantum spectra are obtained employing the complex rotation technique, used to extend the calculations into the continuum region, and R-matrix theory, to describe the effect of the atomic core on the dynamics of the highly excited electron along its Kepler orbit.

Fachvortrag

A 5.6 Sa 09:45 HU 3075

Rydberg Atoms in Magnetic Quadrupole Traps — •IGOR LESANOVSKY¹, HANNES BOCK¹, JÖRG SCHMIEDMAYER¹, and PETER SCHMELCHER^{1,2} — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany — ²Theoretische Chemie, Institut für Physikalische Chemie, Universität Heidelberg, INF 229, 69120 Heidelberg, Germany

For the manipulation of ultra-cold atoms inhomogeneous magnetic fields play an essential role. As long as the spatial variation of the magnetic field are much less than the typical atomic length scale an atom behaves like a neutral particle coupling to the external field by its total spin only. For highly excited atoms or sufficient high magnetic field gradients this approximation does not hold. Here the coupling of the charge of the atomic constituents to the magnetic field has to be taken into account. We investigate the electronic structure of excited atoms exposed to magnetic quadrupole field configurations. Here, in contrast to the homogeneous field, the spin and spatial degrees of freedom are coupled leading to unique properties of the electronic states. An inspection of the systems symmetries reveals a two-fold degeneracy of the electronic states in the presence of the field. We analyze the energy-spectrum over a broad regime of field gradients. We show that the three-dimensional magnetic quadrupole field induces a permanent state dependent electric dipole moment of the atom.

References: [1] I. Lesanovsky, J. Schmiedmayer and P. Schmelcher, PRA **69**, 053405 (2004) [2] I. Lesanovsky, J. Schmiedmayer and P. Schmelcher, PRA **70**, 043409 (2004)