

A 23 Wechselwirkung mit starken Laserpuls III: Moleküle

Zeit: Freitag 10:40–12:10

Raum: H6

Hauptvortrag

A 23.1 Fr 10:40 H6

Bestimmung der Attosekundendynamik von Molekülen mit Hilfe hoher Harmonischer — ●MANFRED LEIN — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Als hohe Harmonische bezeichnet man kohärente hochfrequente Strahlung aus einer Abfolge von laserinduzierter Ionisation, Beschleunigung des Elektrons im Laserfeld und Rekombination mit dem Ursprungion. Die Wahrscheinlichkeit für Rekombination hängt vom Überlapp des instantanen Gesamtzustandes mit dem Anfangszustand des Moleküls ab und ist durch eine Art Autokorrelationsfunktion gegeben. Im Falle von Molekülen spiegelt sich eine Momentaufnahme der geometrischen und elektronischen Struktur im Spektrum der Harmonischen wider.

Wir rekonstruieren mittels eines genetischen Algorithmus die laserinduzierte Vibrationsdynamik eines Wasserstoffmoleküls mit einer Zeitauflösung von ca. 100 Attosekunden aus den Spektren unterschiedlicher Isotope [1]. Wir diskutieren Unterschiede zwischen ausgerichteten und zufällig orientierten Molekülen, die Auswirkung der Coulombwechselwirkung zwischen Elektron und Ion sowie die Möglichkeit der Anwendung auf größere Moleküle und auf feldverzerrte Born-Oppenheimer-Potentiale.

[1] M. Lein, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 053004 (2005).

A 23.2 Fr 11:10 H6

Inelastische vibronische Ionisation diatomarer Moleküle in intensiven Laserfeldern — ●ARVID REQUATE^{1,2}, ANDREAS BECKER¹ und FARHAD H.M. FAISAL² — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Strasse 38, 01187 Dresden — ²Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, Postfach 100131, 33501 Bielefeld

Für den Prozess der Ionisation diatomarer Moleküle in einem Laserfeld unter gleichzeitiger Vibrationsanregung des Ions wird eine Intense-Field Many-Body *S*-Matrix Theorie der inelastischen vibronischen Ionisation (IVI) [1,2] präsentiert. In Übereinstimmung mit aktuellen experimentellen Daten [3] wird im Falle von molekularem Wasserstoff eine gegenüber der Franck-Condon Verteilung unterdrückte Population höherer Vibrationszustände festgestellt. Die Analyse zeigt, daß diese Verschiebung nicht auf eine Verletzung der Franck-Condon Näherung zurückzuführen ist, sondern in erster Linie ein Effekt der zunehmenden Energiedifferenz zwischen Anfangs- und Endzustand ist.

[1] A. Becker und F.H.M. Faisal, *J. Phys. B* **38**, R1 (2005).

[2] A. Requate, A. Becker und F.H.M. Faisal, eingereicht.

[3] X. Urbain, B. Fabre, E.M. Staicu-Casagrande, N. de Ruette, V.M. Andrianarijaona, J. Jureta, J.H. Posthumus, A. Saenz, E. Baldit und C. Cornaggia, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 163004 (2004).

A 23.3 Fr 11:25 H6

Pump-Probe Experimente zur zeitaufgelösten Visualisierung der Fragmentation von H₂ in intensiven Laserpuls — ●THORSTEN ERGLER, ARTEM RUDENKO, KARL ZROST, BERNOLD FEUERSTEIN, CLAUS DIETER SCHRÖTER, ROBERT MOSHAMMER und JOACHIM ULLRICH — Max Planck Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Mit der so genannten "Coulomb explosion imaging" Technik ist es möglich Kernwellenpakete von Molekülen auf einer Zeitskala von einigen Femtosekunden abzubilden. Zur Abbildung der Wellenpaketsdynamik gebundener Zustände benötigt man Laserpulse, die deutlich kurzer sind als die molekulare Vibrationszeit *T*. Für H₂ (*T* = 12 fs) sind Laserpulse von sub-10 fs nötig. In Pump-Probe Experimenten mit 7 fs Pulsen ist es nun erstmals gelungen den Einfluss der vibronischen Bewegung gebundener molekularer Zustände auf die Ionisationsdynamik bei Intensitäten von 0.2 bis 1.0 PW/cm² zu vermessen. Im Experiment durchläuft der Strahl eines Ti:Sa-Lasers (800 nm) zunächst ein Interferometer und generiert zwei Laserpulse mit einem zeitlich wohl definierten Abstand (Auflösung ca. 300 as) von Null bis 1000 fs. Diese werden dann in einem "Reaktions-Mikroskop" auf einen kalten H₂-Molekülstrahl fokussiert und die Impulsvektoren aller Fragmente (Ionen und Elektronen) als Funktion des Delays zwischen den beiden Laserpuls koinzident registriert. Die gemessenen Daten erlauben Rückschlüsse auf die zeitliche Entwicklung der molekularen Fragmentationsdynamik in intensiven Laserfeldern auf ultrakurzen Zeitskalen.

A 23.4 Fr 11:40 H6

Doppelionisation von H₂ in einem starken Laserpuls — ●SILVIO BAIER¹, CAMILO RUIZ², LUIS PLAJA², LUIS ROSO² und ANDREAS BECKER¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden — ²Departamento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, Spanien

Experimentelle und theoretische Arbeiten haben gezeigt, dass für den Prozess der nichtsequentiellen Doppelionisation von Zwei-Elektronen-Systemen in starken Laserfeldern sowohl die Wechselwirkung zwischen dem Laserfeld und den Elektronen als auch der Elektronen untereinander wichtige Rollen spielen. Unser Modell erlaubt es uns, ab-initio-Rechnungen der laserinduzierten Doppelionisation in einem linear polarisierten Laserfeld durchzuführen. Dabei wurde die Schwerpunktskoordinate der beiden Elektronen auf die Polarisationsachse beschränkt, während die volle Dimensionalität der Relativkoordinate beibehalten wurde. Dieses Modell wurde für das H₂-Molekül mit festen Kernen positioniert entlang der Polarisationsachse angewandt. Die Ergebnisse zeigen, dass verschiedene Beiträge zur Doppelionisation existieren und charakterisiert werden können.

A 23.5 Fr 11:55 H6

Above-threshold ionization in stretched molecules — ●CIPRIAN CHIRILA and MANFRED LEIN — Max Planck Institute for Nuclear Physics, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Above-threshold ionization (ATI) is studied in diatomics with large internuclear separations. We solve the time-dependent Schrödinger equation (TDSE) numerically for a one-dimensional H₂⁺ molecular ion. The ATI spectra are highly accurate even for large photoelectron-energies and are obtained using a Crank-Nicolson method with high accuracy in both space and time, combined with the window-operator technique.

We show that for certain values of the internuclear separation, the ATI spectrum extends up to 50 U_p, where U_p is the ponderomotive potential of the electron in the laser field. This can be understood within a classical model including electron scattering: An electron is born in the continuum at one of the nuclei with zero initial kinetic energy and moves under the influence of the laser field only. During its motion, it can scatter from the two nuclei and then escape the interaction region. Plateaus extending beyond the corresponding cutoff-energies can be understood if one takes into account the electron starting with non-zero velocity and weights the trajectories by the instantaneous ionization rate at the time of birth of the electron.