

## P 5: Dichte Plasmen

Zeit: Montag 14:35–16:00

Raum: 6C

**Fachvortrag**

P 5.1 Mo 14:35 6C

**Quantum Molecular Dynamics Simulations for Warm Dense Matter** — ●ANDRE KIETZMANN, RONALD REDMER, and BASTIAN HOLST — Universität Rostock, Institut für Physik

We have performed ab initio QMD simulations for several chemical elements in the warm dense matter region in order to calculate structural, thermodynamic, and electronic properties. First we computed the structure of expanded fluid alkali metals Rb and Cs which have been studied intensively both experimentally and theoretically. The most interesting feature is the occurrence of a metal-to-nonmetal transition in the density-temperature region near the critical point. Furthermore, we have performed QMD simulations for dense He which is of great relevance for astrophysical applications. We calculated the EOS up to several megabar, the Hugoniot curve, and the static conductivity to locate the nonmetal-to-metal transition. The results are compared with available data from shock-wave experiments. In addition we will present first results for shock compressed O and Li. The QMD calculations were performed on the highly parallelized compute server at the "Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen". This project is supported by the SFB 652 "Strong correlations and collective effects in radiation fields".

P 5.2 Mo 15:00 6C

**Optical conductivity and reflectivity in warm dense matter** — ●BASTIAN HOLST, ANDRE KIETZMANN, and RONALD REDMER — Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock

The reflectivity of warm dense matter is an important measure to probe the equation of state (EOS) of materials at high pressure. Data obtained within dynamical experiments are a crucial test for thermodynamic and optical properties. We calculate the EOS of hydrogen and noble gases performing quantum molecular dynamics simulations to study the nonmetal-to-metal transition at high pressures. New results for the EOS and the Hugoniot curve are presented. The optical conductivity and reflectivity is obtained evaluating the Kubo-Greenwood-formula. We compare with experiments and other theoretical approaches, especially with chemical models as, e.g., the fluid variational theory. This project is supported by the SFB 652 "Strong correlations and collective effects in radiation fields".

P 5.3 Mo 15:15 6C

**Kollektive Anregungen und Temperaturrelaxation** — ●DIRK O. GERICKE — Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Department of Physics, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, United Kingdom

Der Temperatenausgleich zwischen Elektronen und Ionen in dichten Plasmen dauert typischerweise einige Pikosekunden und kann damit heutzutage experimentell zeitlich aufgelöst werden. Traditionell wird dieser Temperatenausgleich durch binäre Stöße beschrieben (Landau-Spitzer-Theorie). Allerdings führt der Einfluß der Elektronen auf das Anregungsspektrum der Ionen bereits für geringe Kopplungsstärken zu einer Verlangsamung des Relaxationsprozesses. Im Bereich stark gekoppelter Plasmen wird das Spektrum der kollektiven Ionenmoden zusätzlich durch die Ausbildung einer kurzreichweitigen Struktur stark

modifiziert. Die veränderte Struktur der kollektiven Anregungen und deren Einfluß auf die Temperaturrelaxation werden unter Verwendung verschiedener Approximationsschemata untersucht.

P 5.4 Mo 15:30 6C

**Pinchplasma für den Spektralbereich des Wasserfensters** — ●MARKUS BENK und KLAUS BERGMANN — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Steinbachstraße 15, 52074 Aachen

Weiche Röntgenstrahlung eröffnet vielfältige Möglichkeiten zur hoch auflösenden Strukturierung von Oberflächen, Mikroskopie und Analytik. Die breite Anwendung dieser Technologie für die Mikroskopie im Wasserfenster (2.3 nm - 4.4 nm) erfordert kompakte und erschwingliche Quellen. Das Fraunhofer Institut für Lasertechnik in Aachen realisiert eine Gasentladungsquelle, die bei einer Repetitionsrate von 2 kHz eine Emission von  $10^{14}$  Photonen pro Puls in den Halbraum für den  $1s^2 - 1s2p$  Übergang von heliumähnlichem Stickstoff bei 430 eV erreicht. Die laterale Halbwertsbreite des Plasmas beträgt etwa  $300 \mu\text{m}$ . Es ergibt sich eine Brillanz von  $2 \cdot 10^{11}$  Photonen/(sr  $\mu\text{m s}$  Linie). Mit einer geeigneten Kollektoroptyk soll ein Mikroskop am Synchrotron entsprechender Photonenfluss von  $3 \cdot 10^8$  Photonen /( $\mu\text{m s}$ ) auf der Probe erreicht werden. Im Hinblick auf Strahlungsleistung und Konversionseffizienz der Quelle wurden neben Gaszusammensetzung und Elektrodengeometrie insbesondere Ladespannung und Kapazität der Kondensatorbank als Einflussgrößen auf die Entladung untersucht. Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung der Arbeiten (FKZ 13N8914).

P 5.5 Mo 15:45 6C

**Time-resolved EUV images of a tin vapour discharge plasma for future lithography** — ●ARNAUD MADER<sup>1</sup>, MIRKO ADEN<sup>1</sup>, KLAUS BERGMANN<sup>1</sup>, WILLI NEFF<sup>1</sup> und JEROEN JONKERS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fraunhofer Institute for Laser Technology (ILT), Steinbachstrasse 15, 52074 Aachen, Germany — <sup>2</sup>Philips Extreme UV GmbH, Steinbachstrasse 15, 52074 Aachen, Germany

The semiconductor industry must be able to produce chips with 32 nm features from 2009 on, in order to maintain its progression and to answer the needs of the market. Extreme UltraViolet Lithography (EUVL) achieves this high resolution by using light with a wavelength of 13.5 nm and is the only technology which enables a high wafer throughput. A high power EUV light source of approximately 1kW CW in 2% bandwidth is necessary to achieve this. Philips Extreme UV, in cooperation with Fraunhofer ILT, develops a laser induced tin vapour plasma.

To increase our fundamental understanding and to measure the plasma size as well as its spatial jitter from pulse to pulse, the transient behaviour of the plasma is investigated. EUV light images of the plasma are recorded using a time-resolved pinhole imaging system (5 ns time resolution, 50 microns spatial resolution). By synchronizing the camera with the discharge, the evolution of the plasma can be observed with 5 ns steps over consecutive pulses. The experimental results are compared to a numerical model of the discharge.

Part of this work is funded by the European Union and the BMBF under contract number 13N8865.