

## Promotionskolloquium

Am Freitag, den 02. Oktober 2015, verteidigt um 15:00 Uhr  
im Hörsaal I des Instituts für Physik

Herr Dipl.-Phys. Christian Peltz  
(Theoretische Physik)

seine Dissertation zum Thema:

*“Fully microscopic analysis of laser-driven finite plasmas“.*

### Zusammenfassung

Nichtrelativistische Licht-Materie Wechselwirkungen spielen in einer Vielzahl von Experimenten und Anwendungen eine entscheidende Rolle. Insbesondere für Intensitäten nahe der Ionisationsschwelle verläuft die zugrundeliegende Dynamik fern ab vom Gleichgewicht und ist stark gekoppelt. Eine geeignete theoretische klassische Beschreibung solcher Szenarien erfordert es, die mikroskopischen Wechselwirkungen und Korrelationen explizit aufzulösen. Bisher war eine solche Beschreibung auf relativ kleine Systeme beschränkt in denen Feldpropagationseffekte vernachlässigbar sind. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die neuartige microscopic particle-in-cell (MicPIC) Methode entwickelt, die eine voll elektromagnetische Beschreibung der lasergetriebenen Dynamik in großen Plasmen mit mikroskopischer Auflösung erlaubt. Nach erfolgreicher Implementierung und ausführlichen Tests wurde MicPIC auf bisher numerisch unzugängliche Szenarien angewendet. In ersten Simulationen zur resonanten Anregung großer Cluster mit intensiver nah-infraroter Strahlung konnte eine ausgeprägte Plasmawellendynamik mit Feld- und Dichteschwankungen auf der Nanometer Längen- und Attosekunden Zeitskala identifiziert werden, welche die Ionisationsdynamik solcher Systeme maßgeblich beeinflusst. In weiteren Studien wurde die zeitabhängige Einzelschussröntgenstreuung an Clustern untersucht. Die gewonnenen Ergebnisse ermöglichten die Entwicklung eines Schemas zur Rekonstruktion der anisotropen Plasmaexpansionsdynamik ausschließlich auf der Grundlage von gemessenen Röntgenstreubildern.

### Abstract

A broad spectrum of experiments and applications takes place in the realm of intense but non-relativistic light-matter interaction. In particular for intensities close to the ionization threshold, the underlying dynamics proceeds far from equilibrium and is strongly coupled. A rigorous theoretical classical description of such scenarios requires to explicitly resolve microscopic interactions and correlations, which has so far been limited to small system sizes where field propagation effects like field attenuation are negligible. In the framework of this thesis the novel microscopic particle-in-cell (MicPIC) model has been developed, which allows a fully electromagnetic description of the laser-driven dynamics for large plasma volumes with atomic resolution. After its successful implementation and validation, the MicPIC method has been applied to so far numerically inaccessible scenarios. First calculations for the resonant excitation of large cluster with intense near-infrared laser light revealed a pronounced electron plasma wave dynamics with field and density fluctuations on the nanometer length- and attosecond time scale that significantly influences the ionization dynamics in such systems. Further simulations regarding the time dependent x-ray imaging of clusters allowed to develop a scheme that enables experimentalists to reconstruct the time evolution of anisotropic nanoplasma expansion solely on the basis of x-ray scattering images.

Interessenten sind herzlich eingeladen!

Prof. Dr. W. Vogel  
Promotionsbeauftragter