

P 4: Staubige Plasmen

Zeit: Montag 16:30–18:55

Raum: HS Biochemie (groß)

Fachvortrag P 4.1 Mo 16:30 HS Biochemie (groß)
Über den Einfluß des Neutralwindes auf 2D-Staubcluster in einer HF-Plattenentladung* — ●FRANKO GREINER, JAN CARSTENSEN und ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

Der Einschluß von Mikrometer großen Staubteilchen in HF-Plattenreaktoren erfolgt üblicherweise im Druckbereich von etwa 10 Pascal, in dem die Knudsenzahl an der Grenze zum Knudsenbereich liegt, dem Übergangsbereich zwischen dem Hydrodynamischen und dem Molekularströmungsregime. Somit ist es möglich durch Einbringen einer, zu den Elektroden parallelen, rotierenden Scheibe, eine viskose Scherströmung des Neutralgases mit no-slip Bedingung an den Wänden anzuregen. Kleine Staubcluster können nun als Geschwindigkeitssensoren benutzt werden. Die Analyse zeigt eine vollständige Übereinstimmung mit hydrodynamischen Modellrechnungen. Das Faktum, dass auch bei Drücken von wenigen Pascal viskose Strömungen des Neutralgases anregt werden können, kann zudem eine Diskrepanz erklären zwischen der experimentell beobachteten Rotationsbewegung von Staubclustern in der Randschicht schwach magnetisierter HF-Plasmen und dem Standardmodell, das eine Balance aus Ionenwindkraft und Reibung an einem ruhenden Neutralgas annimmt.

*Gefördert von der DFG im Projekt SFB-TR24 A2

P 4.2 Mo 16:55 HS Biochemie (groß)
Experimentelle Untersuchungen des Iondrag in einem Ionenstrahl — VIKTOR SCHNEIDER, ●THOMAS TROTTENBERG und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel

Der Iondrag bezeichnet die Kraft, die ein Mikropartikel erfährt, wenn es sich in einer Umgebung mit im Mittel gerichteter Ionenbewegung befindet, und ist einer der wichtigsten Effekte in Experimenten mit staubigen Plasmen. In den typischen Laborversuchen sind die Ionen niederenergetisch ($< 0,1\text{eV}$) und ihre Geschwindigkeitsverteilungen haben einen großen ungerichteten Anteil, d.h. es handelt sich eher um thermische Ionen mit Drift als um Strahlionen.

In unserem Beitrag berichten wir dagegen von Untersuchungen zum Iondrag in einem Ionenstrahl mit Energien von bis zu 1keV . Wir verwenden eine industrielle Breitstrahlionenquelle mit vertikal nach oben orientierter Strahlrichtung. Fallende Glashohlkugeln werden mittels gepulstem Laserstrahl und CCD-Kamera beobachtet. Die Iondrag-Kraft liegt in unseren Experimenten in der Größenordnung der Gewichtskraft und kann durch die Auswertung der Trajektorien bestimmt werden.

P 4.3 Mo 17:10 HS Biochemie (groß)
Charging and drag force on a static spherical dust grain immersed in rf discharges — ●VENKATARAMANA IKKURTHI¹, KONSTANTIN MATYASH², ANDRE MELZER¹, and RALF SCHNEIDER² — ¹Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, 17489 Greifswald, Germany. — ²Max-Planck Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, 17491 Greifswald, Germany.

Dust charge, potential and ion drag force on static spherical dust grains located in an argon rf discharge under typical laboratory experiment conditions have been computed using a three-dimensional Particle-Particle-Mesh code. Our model allows to self-consistently resolve the electrostatic sheath in front of a wall. The MD region around the dust grain allows to resolve the dust-plasma species interactions. Elastic and inelastic collisions have been included in the current model to obtain realistic rf discharge plasma conditions. Dust charge, potential, potential distribution around the dust and ion drag force on the dust have been computed for various sizes of dust placed at different locations in the rf discharge. The dust charge is found to be less negative than the values from simple Orbit Motion Limited model due to ion-neutral collisions. The dust potential is found to be increasing with dust size. The shielding length of the dust is obtained between electron and ion Debye lengths. The drag force is found to increase nonlinearly with the dust size. The effect of collisions is to increase the ion flux to the dust grain resulting in an increase of the drag force. These studies have been extended for two static spherical dust grains located in the rf discharge and results will be presented.

P 4.4 Mo 17:25 HS Biochemie (groß)
Experimente zur Wechselwirkung zweier Staubpartikel —

●MATTIAS KROLL, DIETMAR BLOCK und ALEXANDER PIEL — IEAP der CAU Kiel, 24098 Kiel, Germany

Plasmakristalle in der Randschicht einer Hochfrequenzentladung weisen neben der hexagonalen Ordnung in horizontaler Richtung in der Regel eine ausgeprägt Kettenstruktur in vertikaler Richtung auf. Im Gegensatz dazu findet man bei dreidimensionalen Yukawa balls eine konzentrische Schalenstruktur die keine räumliche Anisotropie aufweist. Dieser strukturelle Unterschied basiert auf der gerichteten Ionenströmung in der Randschicht, die im Falle der Yukawa balls vernachlässigt werden kann. In diesem Beitrag werden Experimente zur Untersuchung der Wechselwirkung zwischen zwei Partikeln vorgestellt. Dabei ermöglicht die digitale Holographie als 3D Diagnostik die Untersuchung der Dynamik dieses Partikelsystems mit hoher Zeit- und Ortsauflösung. Durch Variation des Einfangpotentials und externer Anregung des Systems mit Hilfe von Lasermanipulation lassen sich anhand der Partikelbewegungen Rückschlüsse auf die isotropen und anisotropen Anteile des Wechselwirkungspotentials in beiden Fällen ziehen.

P 4.5 Mo 17:40 HS Biochemie (groß)
Generation of silicon nanoparticles in plasma — ●ANGELO CONSOLI, MAX ZIMMERMANN, JAN BENEDIKT, and ACHIM VON KEUDEL — Center for Plasma Science and Technology, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

Nanoparticles are of key interest in many applications. For example they may serve as quantum dots in electric devices, as photoluminescent marker for medical diagnostics or as gas carrier for nanodisperse catalysts. A convenient way to generate nanoparticles is the synthesis in reactive plasma, fed by i.e. silane, acetylene, or a combination of molecular gases. Particles are inherently grown in such plasmas. The problem, however, is to tailor particles characteristics such as diameter and composition in a controlled way. To overcome this hurdle we study the formation of Si-nanoparticles in silane plasma as first step to compound-particles (i.e. SiCN). The neutral plasma chemistry is followed time resolved by molecular beam mass spectrometry. Bayes analysis is used to analyze the mass spectra and yields the time evolution of SiH_4 , Si_2H_6 and Si_3H_8 densities. Nanoparticles, in our experiment, are extracted from the plasma volume by means of electric fields and accelerated onto a substrate. The particle size is manipulated by varying the time delay between plasma ignition and extraction. AFM measurements of extracted particles show mean particle diameters of 2-5nm and corresponding fairly narrow size distributions. Room temperature photoluminescence emission is detected and its peak varies with particle mean size, as expected.

P 4.6 Mo 17:55 HS Biochemie (groß)
Streuung an 3D-Plasmakristallen — ●ANDREAS ASCHINGER, JENS RÄNSCH und JÖRG WINTER — Lehrstuhl für Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, D-44780 Bochum

Führt man mikroskopische Partikel in ein Plasma ein, so können bei starker, elektrostatischer Kopplung geordnete Strukturen - so genannte Plasmakristalle - entstehen. Eine Möglichkeit diese 3D-Strukturen zu analysieren, bietet die Lichtstreuung ähnlich der Röntgenstreuung in der Festkörperphysik. Die Umsetzung stellt aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl an Streuern hohe Anforderungen an das Detektionssystem und verlangt eine einheitliche Struktur und Orientierung der Kristalle. In diesem Experiment werden Plasmakristalle in einer kapazitiv gekoppelten RF-Entladung bei eingekoppelten Leistungen bis 20 W und Drücken zwischen 20 und 150 Pa erzeugt. Ein Ferninfrarot-Laser erzeugt einen Strahl mit Wellenlängen ($118,8\ \mu\text{m}$ oder $170,6\ \mu\text{m}$) vergleichbar dem typischen Netzebenenabstand der Plasmakristalle. Die Aufnahmen sowohl horizontaler als auch vertikaler Kristallebenen mit einer CCD-Kamera liefern Daten zur Verifizierung der Streuexperimente. Für diese Aufnahmen werden die Kristallebenen mit einem aufgefächerten Diodenlaser beleuchtet. Eine mit dem Videosystem beobachtete Hysterese in der thermischen Energie bei einem Phasenübergang soll hier vorgestellt werden. Das Prinzip und die nötigen Voraussetzungen für die erfolgreiche Durchführung eines Streuversuches an 3D-Plasmakristallen werden aufgezeigt.

Gefördert von der DFG, "Ferninfrarotstreuung an komplexen Plasmen", WI 1700/2-1

P 4.7 Mo 18:10 HS Biochemie (groß)

Micro-particles as thermal probes in a low pressure plasma — ●HORST MAURER¹, RALF BASNER¹, and HOLGER KERSTEN² — ¹INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, D-17489 Greifswald — ²IEAP University of Kiel, D-24098 Kiel

The energetic and thermal conditions at surfaces exposed to a low pressure plasma determine their microstructure, morphology and stoichiometry and, hence, are of essential concern in surface modification. As the equilibrium temperature of objects immersed in a plasma is determined by the sum of different energy fluxes between the surface and the surrounding plasma, these fluxes can be influenced by the variation of plasma parameters and gas composition. The energetic contributions can therefore be experimentally accessed by the utilization of temperature measurements.

Unfortunately, for micro-particles levitating in the sheath of a plasma, no proper temperature diagnostic is available yet. Thus, a new non-contact diagnostic for temperature measurements on micro-scaled objects has been developed and used for the improvement of technical plasmas and the understanding of particle-plasma interactions.

In this work, a technique for non-invasive in-situ temperature measurements using luminescent phosphor particles is presented. Under uv illumination, the utilized particles show temperature dependent features in their emission spectrum. First experimental results of parametric studies on particle-temperatures will be discussed with respect to the plasma parameters determined by Langmuir probe diagnostics.

P 4.8 Mo 18:25 HS Biochemie (groß)

Staubige Plasmen in starken Magnetfeldern — ●TOBIAS MIKSCH¹, ANDRÉ MELZER¹ und ALEXANDER PIEL² — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Felix Hausdorff Str. 6, 17489 Greifswald — ²Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität, Leibnitzstr. 19, 24098 Kiel

Ein staubiges Plasma zeichnet sich dadurch aus, dass neben Elektronen, Ionen und Neutralteilchen kleine Partikel vorhanden sind, der

Staub. Der Staub eines solchen Plasmas ist typischerweise mit ca. 10000 Elementarladungen negativ geladen.

Unter Einfluss eines starken Magnetfeldes werden die Ionen des Plasmas magnetisiert. Die Bewegung der Ionen hat dann über die Ionenwindkraft Einfluss auf die Bewegung der Staubteilchen. Eventuell kann sogar der Staub selbst magnetisiert werden.

Bei einzelnen Staubpartikeln konnte unter Einfluss eines Magnetfeldes eine von der Magnetfeldstärke abhängige Rotation beobachtet werden. Bei finiten Staubkristallen findet man eine magnetfeldabhängige Rotation des gesamten Kristalls.

Dieser Beitrag wird gefördert von der DFG unter SFB-TR 24 A3.

P 4.9 Mo 18:40 HS Biochemie (groß)

Transport processes in 2D strongly coupled complex plasmas: Numerical experiments — ●LU-JING HOU and ALEXANDER PIEL — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts Universität, D-24098 Kiel

Transport processes in low-dimensional physical systems are of particular interest because of their significance in fundamental physics, as well as their applications in many emerging low-dimensional systems, such as Carbon nanotube, graphene, colloidal suspensions and strongly coupled dusty plasmas (SCDPs). In particular, 2D SCDP has been generally regarded as a model system to study transport phenomena in these systems at the atomic level, because of its peculiar properties in favor of manipulation, observation and reproduction. We perform here numerical experiments by using Brownian dynamics method to study diffusion, shear flow and heat conduction in 2D SCDPs, as a necessary complement to real experiments and a bridge connecting theories and experiments. Particular attention is paid to factors that are not easily accessible in experiments, such as neutral gas damping effect, finite-size effect or microscopic fluxes of mass, moment and energy. Results are compared with both real experiments and established theories.

L.J.H. is support by AvH foundation. The work at CAU is supported by DFG within SFB-TR24/A2