

Bachelor-Arbeit zum Thema „Modenanregung in *Yukawa*-Bällen“

Philipp Hacker

20. April 2015

Institut für Physik
mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät
Universität Greifswald



Erst-Gutachter: Prof. Dr. André Melzer

Zweit-Gutachter: Prof. Dr. Lutz Schweikhard

Bearbeitungszeitraum: 01.03.2015 bis 12.07.2015

Inhaltsverzeichnis

0	Motivation	3
1	Physikalische Grundlagen	4
1.1	Staub-Dynamik im Plasma	4
1.1.1	Gravitation und elektrische Feldstärke	4
1.1.2	Abschirmung und Polarisationskräfte	4
2	Durchführung	5
3	Auswertung	6
4	Literatur	7
	Literatur	7
5	Anhang	8

0 Motivation

1 Physikalische Grundlagen

1.1 Staub-Dynamik im Plasma

In einem Plasma wirken viele, u.U. nicht-triviale Kräfte auf den eingefangenen Staub. Im Folgenden werden die wichtigsten Einflüsse auf die Dynamik komplexer Plasmen vorgestellt und beschrieben.

1.1.1 Gravitation und elektrische Feldstärke

Betrachtet man ein Experiment, welches am Erdboden in Nähe der Meereshöhe durchgeführt wird, so muss offensichtlich die vollständige Gravitationskraft berücksichtigt werden. Dies gilt bspw. nicht für Versuche unter Mikrogravitation während Parabelflügen oder in Höhen von mehr als 80 km.

$$F_G = m_S g = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho_S g \quad (1)$$

(m_S - Masse der Staubteilchen; a - Partikelradius ρ_S - Massendichte des Staubes; g - Erdbeschleunigung)

Natürlich wirkt auf die, durch das ionisierte Gas elektrisch geladenen Partikel eine elektrische Kraft F_E , welche aus dem äußeren Feld E der Plasma-Elektroden folgt. Eine elektrische Wechselwirkung mit dem Plasma tritt aufgrund der Quasineutralität nicht auf: innerhalb einer *Debye-Kugel* sind die Veränderung zu schnell, als dass das träge Staubteilchen diesen folgen könnte.

$$F_E = Q_S E = 4\pi\epsilon_0 a \Phi_{fl} E \quad (2)$$

(Q_S - Staubladung; Φ_{fl} - *floating*-Potential) Diese beiden Kräfte heben sich gerade in der Randschicht einer sog. Radiofrequenz-Entladung (*rf discharge*) auf, da sie für eine oben liegende Kathode antiparallel stehen. Zu beachten ist hierbei der stark unterschiedliche Einfluss des Teilchenradius - $\propto a^3$ und $\propto a$.

1.1.2 Abschirmung und Polarisationskräfte

Die große negative Aufladung der Staubteilchen sorgt über die Coulomb-Wechselwirkung mit den auf das Partikel zuströmenden Ionen dafür, dass sich eine Konzentration derer lokal stark ändert. Es entsteht eine Wolke aus langsamen Ionen die quasi in der näheren Umgebung um das Teilchen verbleiben, jedoch nicht mit diesem interagiert und es nach außen hin vor dem Einfall schnellerer pos. Ladungen abschirmen. Somit gibt es keine direkte Rückwirkung der Wolke auf das Partikel, sofern dessen sphärische Symmetrie gegeben ist. Gilt dies nicht, so entsteht ein Multipol- bzw. Dipolmoment \vec{p} , welches danach strebt, sich in Richtung des Feldes \vec{E} auszurichten. Damit wirkt eine Kraft F_{Dip} (für ein Dipolmoment) auf das Staubteilchen zurück, welche mit dem Gradienten der Richtungsdifferenz zwischen \vec{p} und \vec{E} geht.

$$\begin{aligned} \vec{F}_{Dip} &= \vec{\nabla} (\vec{p} \vec{E}) \\ &= grad(pE) \end{aligned} \quad (3)$$

2 Durchführung

3 Auswertung

4 Literatur

Literatur

5 Anhang