



### Processos de carregamento elétrico de grãos de poeira no plasma interplanetário

Autor: Luan Bottin De Toni

Orientador: Prof. Dr. Rudi Gaelzer

Departamento de Física, UFRGS

#### Introdução

Plasma empoeirado é um gás ionizado que contém, além de átomos neutros, elétrons, íons e partículas massivas de material sólido, genericamente denominados *grãos de poeira*, os quais podem possuir uma ampla variedade de formas, dimensões e composições químicas.

Um dos aspectos importantes na física de plasmas empoeirados consiste no fato de que os grãos de poeira adquirem carga elétrica através das interações com o ambiente em que se encontram, tal característica acaba por afetar as propriedades eletromagnéticas e a dinâmica do plasma.

A carga elétrica do grão de poeira é determinada pelos diferentes processos de carregamento que atuam sobre ele, como a colisão com as partículas do plasma, a incidência de radiação ultravioleta, entre outros.

Neste trabalho é estudado o carregamento elétrico da poeira contida no espaço interplanetário do Sistema Solar considerando um modelo simples de evolução da carga elétrica de uma poeira esférica, o qual leva em conta os processos mais importantes de carregamento elétrico em um plasma espacial.

#### Metodologia

A evolução da carga elétrica do grão de poeira obedece a equação

$$\frac{dQ}{dt} = I_{abs,j} + I_{\nu} + I_{sec,j}$$

onde  $Q$  é a carga da poeira; os termos no lado direito são as correntes incidentes no grão que descrevem os processos de *absorção de partículas*, *fotoionização* e *emissão secundária de elétrons*, respectivamente, sendo  $j$  a espécie do plasma (elétrons, íons) responsável pelo processo.

A partir de modelos matemáticos que descrevem essas correntes [1,2] e os parâmetros do plasma em um dado sistema pode-se estudar o carregamento elétrico da poeira.

#### Resultados

Utilizando um modelo para descrever o plasma constituinte do Vento Solar [3], a figura 1 apresenta o resultado para o potencial de equilíbrio do grão (quando a soma das correntes é nula) em função da distância ao Sol, ao longo da eclíptica, calculado para grãos de silicato (linha sólida) e carbono (linha tracejada) de diferentes tamanhos.

Pode-se observar uma dependência do potencial de equilíbrio com o tamanho do grão de poeira e sua composição. Também nota-se que os potenciais dos grãos se mantêm praticamente constantes para grandes distâncias ao Sol e são positivas ao longo de todo Sistema Solar, consequência da dominância do processo de fotoionização.

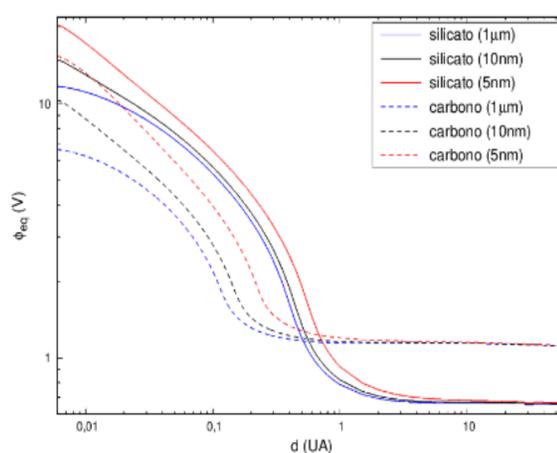


Figura 1: Potencial de equilíbrio de grãos de poeira como função da distância heliocêntrica.

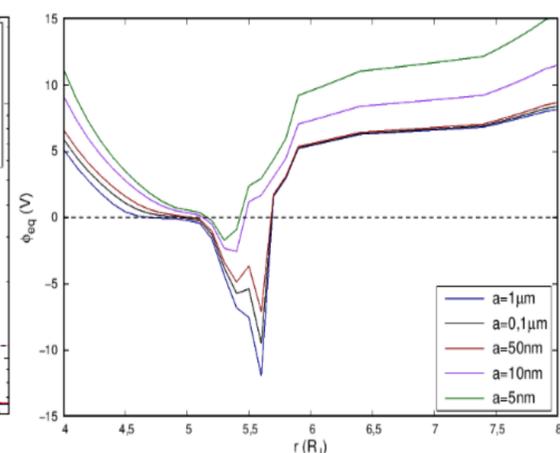


Figura 2: Potencial de equilíbrio de grãos de NaCl como função da distância de Júpiter.

Um estudo similar foi feito para grãos de poeira nas proximidades da lua Encélado, em Saturno, e na magnetosfera de Júpiter (figura 2), lugares que apresentam um ambiente com plasma mais denso e quente [4]. Nesses casos o processo de carregamento por fotoionização passa a ser menos predominante podendo deixar os grãos negativamente carregados.

#### Conclusões

Ao analisar a evolução da carga elétrica de um grão de poeira em algumas localidades do Sistema Solar, observa-se que o carregamento elétrico está fortemente relacionado com os parâmetros do plasma e as propriedades da poeira.

Os resultados obtidos concordam de forma satisfatória com cálculos e dados observacionais encontrados na literatura [1,2]. Entretanto, há modelos mais sofisticados para descrever as correntes de carregamento elétrico que poderiam ser implementadas a fim de obter resultados mais precisos.

#### Referências

- [1] H. Kimura and I. Mann. The electric charging of interstellar dust in the solar system and consequences for its dynamics. *The Astrophysical Journal*, 499:454 – 462, May 1988.
- [2] M. Horányi. Charged dust dynamics in the solar system. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 34:383 – 418, September 1996.
- [3] W. Köhnlein. Radial dependence of solar wind parameters in the ecliptic. *Solar Physics*, 169(1):209 – 213, 1996.
- [4] N. Divine and H. B. Garrett. Charged particle distributions in Jupiter's magnetosphere. *Journal of Geophysical Research*, 88:6889–6903, 1983.