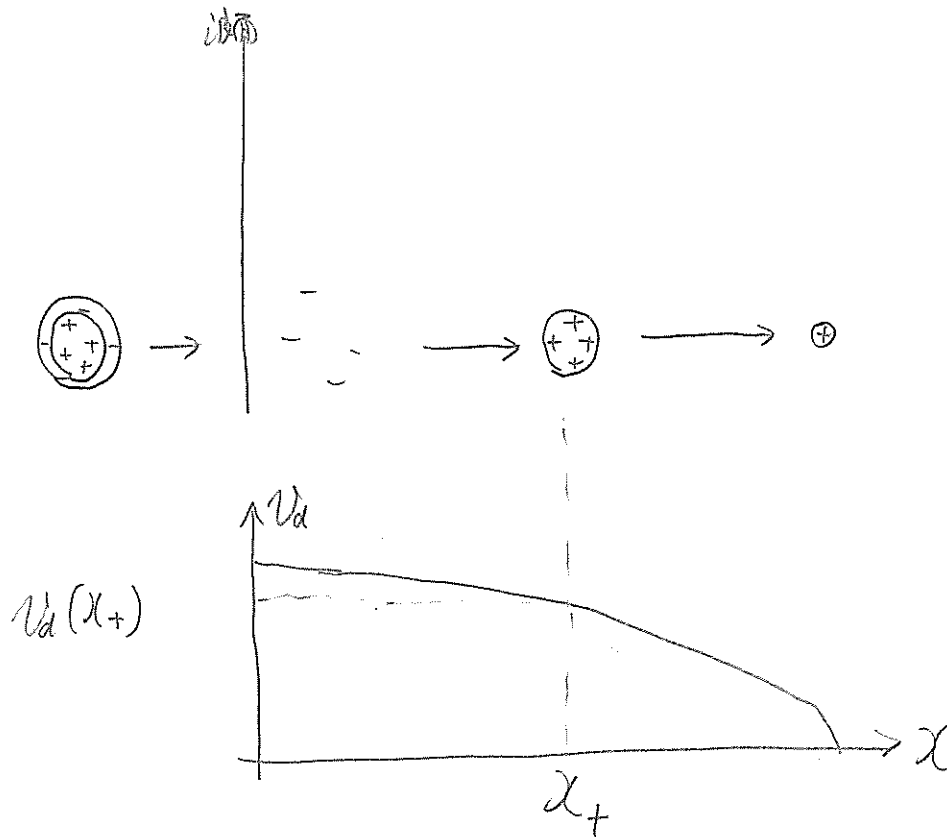


abstract. 自発電荷分離には氷ダストが衝撃波面に突入し、昇華する時、表面の負電荷が剥離し、正電荷を帯びた粒子がプラスマ中で相対速度をもって運動する状態が生じるため、これが起電力となって静電場が生じる。



本来は、ダストの昇華・加熱と周縁プラスマの発展を同時に解く必要があるが、まずは当たりをつけるため、ダストの表面負電荷層が全て剥離しダストの帯電が最大となる地点 $x = x_+$ での起電力を見積る。

ダストの数密度を $n_d(x)$ 、ダスト1つあたりの電荷を $q_d(x)$ とすると、ダストが担う電流は、
$$J_d = q_d(x) n_d(x) v_d(x) = q_d(x) n_d(0) v_d(0)$$

一方、プラスマが担う電流は、 $J_p = \nu E'$

ここで $\nu = \frac{n_e l_{mf} e^2}{m_e v_e}$ はプラスマの resistivity であり、

E' はプラスマ 静止系の 静電場 である。

プラス2内の電荷中性条件のため.

7

$$\text{div}(J_d + J_p) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(J_d + J_p) = 0$$

$$J \equiv J_d + J_p = c. \quad \text{ところが, 衝撃波面上流では } J=0 \text{ であるため, } c=0.$$

$$\text{したがって, } J_d + J_p = 0.$$

$$|q_d n_d v_d| = |\nu E'|$$

$$|E'| = \frac{|q_d n_d v_d|}{\nu}$$

$$\text{静電破壊が起る条件 (L) は, } |E'| \geq E_{\text{crit}} = \frac{\Delta W_{\text{ion}}}{\alpha e \ln \Lambda}$$

したがって,

α はディテール因子の効果, $\alpha \sim 10$ とおける.

$$(L) \Leftrightarrow \frac{|q_d n_d v_d|}{\nu} \geq \frac{\Delta W_{\text{ion}}}{\alpha e \ln \Lambda}$$

$$\Leftrightarrow \frac{q_d n_d v_d}{m_e \ln \Lambda} \frac{m_e v_e}{e^2} \geq \frac{\Delta W_{\text{ion}}}{\alpha e \ln \Lambda}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\alpha m_e v_d v_e}{\Delta W_{\text{ion}}} \frac{q_d n_d}{e n_e} \geq 1.$$

MMSN. model. $R=2.7$ au の値をとりなおす.

8

$$\rho_{ice}(0) = \frac{\Sigma_{ice}}{h} = 8 \times 10^{-12} \text{ g/cm}^3, \quad \rho_{ice}(x) = \frac{n_d(x)}{n_d(0)} \rho_{ice}(0)$$

ダストのフラクタル次元を考慮した 実効的厚み
 $a_{ice} [\text{cm}]$ ----- 単位ガス体積中の $\frac{\text{ダストによる体積}}{\text{ダスト全表面積}}$ の比

$$\sigma_{ch} = 3.0 [\text{esu/cm}^2] \text{ ダストの表面帯電.}$$

$$\rho_{m,ice} = 1.0 [\text{g/cm}^3] \text{ 氷の物質密度}$$

以上より,

$$q_d n_d(x) = \frac{\sigma_{ch} \rho_{ice}}{a_{ice} \rho_{m,ice}} \cdot \frac{n_d(x)}{n_d(0)} [\text{esu/cm}^3]$$

ここで,

$$m_e = 0.9 \times 10^{-27} \text{ g}, \quad v_e = 5 \times 10^6 [\text{cm/s}], \quad e n_e = 10^{-12.5} [\frac{\text{esu}}{\text{cm}^3}]$$

を代入すると,

$$\textcircled{I} \Leftrightarrow v_d(x) \geq \frac{\Delta W_{ion.}}{\alpha m_e v_e} \frac{e n_e}{q_d n_d}$$

$$v_d(x) \geq \frac{n_d(0)}{n_d(x)} \cdot (7.2 \times 10^3 \text{ cm/s}) \cdot \left(\frac{a_{ice}}{10 \mu\text{m}} \right)$$

連続の式, $n_d(x) v_d(x) = n_d(0) v_d(0)$ を利用すると,

$$\textcircled{I} \Leftrightarrow v_d(0) \geq 7.2 \times 10^3 \text{ cm/s} \cdot \left(\frac{a_{ice}}{10 \mu\text{m}} \right)$$