応用プラズマ工学

82311971 佐々木良輔

(1)

流体粒子の運動方程式において時間微分項を 0 とすると

$$
\begin{aligned}
& 0 = ne_j\boldsymbol{E} - \nabla p_j - n\nu_j m_j \boldsymbol{u}_j \\
\iff \quad & n\nu_j m_j \boldsymbol{u}_j = ne_j\boldsymbol{E} - \nabla p_j \\
\iff \quad & \boldsymbol{u}_j = \frac{e_j\boldsymbol{E}}{m_j\nu_j} - \frac{\nabla p_j}{n\nu_j m_j}
\end{aligned}
\tag{1}
$$

を得る.

(2)

(1) 式において $p_j = nk_BT_j$ とすると

$$
\boldsymbol{u}_j = \frac{e_j\boldsymbol{E}}{m_j\nu_j} - \frac{\nabla(nk_BT_j)}{n\nu_j m_j} \tag{2}
$$

T_j が空間的に一様であるならば

$$
\begin{aligned}
\boldsymbol{u}_j &= \frac{e_j\boldsymbol{E}}{m_j\nu_j} - \frac{k_BT_j}{\nu_j m_j}\frac{\nabla n}{n} \\
&=: \mu_j\boldsymbol{E} - D_j\frac{\nabla n}{n}
\end{aligned}
\tag{3}
$$

となる.

(3)

μ_j は一般的に移動度と呼ばれる. 荷電粒子が物質中を移動すると, その速度は電場による加速と散乱によりある終端速度へ至る. 移動度は単位電場を印加した際の粒子の運動の終端速度となる. D_j は拡散係数であり, 粒子に大きさ 1 の濃度勾配が与えられた際に生じる粒子の速度となる.

(4)

熱速度と温度の関係

$$\frac{1}{2}m_j v_{th,h}^2 = \frac{1}{2}k_B T_j \tag{4}$$

から

$$v_{th,j}^2 = \frac{k_B T_j}{m_j} \tag{5}$$

両辺を ν_j で割ると

$$\frac{v_{th,j}^2}{\nu_j} = \frac{k_B T_j}{m_j \nu_j} = D_j \tag{6}$$

ここで平均自由行程 λ_j には

$$\lambda_j = v_{th,h}\frac{1}{\nu_j} = v_{th,j}\tau_j \tag{7}$$

の関係があったので (6) 式は

$$D_j = \frac{\lambda_j^2}{\tau_j^2}\frac{1}{\nu_j} = \frac{\lambda_j^2}{\tau_j} \tag{8}$$

を得る.