0.1 プラズマの温度

プラズマの**温度**は，**密度**とともにもっとも基本的かつ重要な物理量の一つである．

壁のオンと T が一定の容器に．十分長い時間気体粒子を閉じ込めると気体粒子は衝突を繰り返し熱平衡状態になる．

粒子の速度分布は Maxwell 分布に従う．単位体積当たり n 個の粒子が温度 T で熱平衡状態にあるとする．速度が v_x と $v_x + \mathrm{d}v_x$ の範囲にある粒子の個数は

$$f(v_x) = \mathrm{d}v_x \tag{0.1.1}$$

$$f(v_x) = A\exp\left(-\frac{mv_x^2}{2k_BT}\right) \tag{0.1.2}$$

である．A は規格化条件から求められる．

$$\int_{\infty}^{\infty} f(v_x)\,\mathrm{d}v_x = n \tag{0.1.3}$$

$$\Rightarrow A = n\sqrt{\frac{m}{2\pi k_BT}} \tag{0.1.4}$$

温度は速度分布の広がりを表すパラメータである．高温ほど，速度が大きい粒子が多い．

粒子の平均エネルギーを計算する．

$$E_{av} = \frac{1}{n}\int_{\infty}^{\infty}\frac{1}{2}mv_x^2 f(v_x)\,\mathrm{d}v_x = \frac{1}{2}k_BT \tag{0.1.5}$$

熱速度

$$v_{th} = \sqrt{\frac{2k_BT}{m}} \tag{0.1.6}$$

とすると，

$$f(\pm v_{th}) = \frac{f(0)}{\mathrm{e}} \tag{0.1.7}$$

である．

3 次元に拡張する．

$$f(v_x, v_y, v_z) = n\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2}\exp\left[-\frac{1}{2}\frac{m(v_x^2+v_y^2+v_z^2)}{k_BT}\right] \tag{0.1.8}$$

$$E_{av} = \frac{3}{2}k_BT \tag{0.1.9}$$

速さ v に関する速度分布は

$$F(v) = 4\pi n\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2} v^2\exp\left[-\frac{1}{2}\frac{mv^2}{k_BT}\right] \tag{0.1.10}$$

である．これは $v = v_{th}$ で最大となる．