

物性物理学 No.6

61908697 佐々木良輔

(1)

電子数密度を n とすると

$$n = \frac{2}{a^3} = 4.7 \times 10^{28} \text{ m}^{-3} \quad (1)$$

(2)

$1/n = 4\pi(a_B r_s)^3/3$ であるので

$$\begin{aligned} r_s &= \frac{1}{a_B} \left(\frac{3}{4\pi n} \right)^{1/3} \\ &\simeq 3.3 \end{aligned} \quad (2)$$

(3)

$\alpha = e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c$ とすると

$$a_B = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} = \frac{\hbar}{\alpha cm} \quad (3)$$

(4)

$$\begin{aligned} v_F &= \frac{\hbar}{m} (3\pi^2 n)^{1/3} \\ &= \frac{\hbar}{\alpha cm} \cdot \alpha c \cdot a_B \left(\frac{4\pi n}{3} \right)^{1/3} \cdot \frac{1}{a_B} \cdot \left(\frac{9}{4}\pi \right)^{1/3} \\ &= \frac{\alpha c}{r_s} \left(\frac{9}{4}\pi \right)^{1/3} \end{aligned} \quad (4)$$

(5)

(4) より光速に対する Fermi 速度の比は

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{r_s} \left(\frac{9}{4}\pi \right)^{1/3} &\simeq \frac{1}{137 \cdot 3.252} \left(\frac{9}{4}\pi \right)^{1/3} \\ &= 4.3 \times 10^{-3} \end{aligned} \quad (5)$$

(6)

$$\begin{aligned} E_F &= \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3} \\ &\simeq 7.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 4.7 \text{ eV} \end{aligned} \tag{6}$$

(7)

$$T_F = 5.5 \times 10^4 \text{ K} \tag{7}$$