

天体物理学レポート No.3

61908697 佐々木良輔

炭素原子の微細構造線の光度は

$$L_{10} = \frac{N_c g_1}{Z} e^{-\beta h \nu_{10}} A_{10} h \nu_{10} \quad (1)$$

$$L_{21} = \frac{N_c g_2}{Z} e^{-\beta h \nu_{21}} A_{21} h \nu_{21} \quad (2)$$

ここで $A_{10} = 7.93^{-8} \text{ s}^{-1}$, $A_{21} = 2.68^{-7} \text{ s}^{-1}$ はアインシュタインの A 係数, $\nu_{10} = 492 \text{ GHz}$, $\nu_{21} = 809 \text{ GHz}$ は微細構造線のスペクトルである. (1), (2) 式から

$$\begin{aligned} \frac{L_{10}}{L_{21}} &= 5 = \frac{g_1 e^{-\beta h \nu_{10}}}{g_2 e^{-\beta h \nu_{21}}} \frac{A_{10} h \nu_{10}}{A_{21} h \nu_{21}} \\ e^{-\beta(E_1 - E_2)} &= \frac{25}{3} \frac{A_{21} \nu_{21}}{A_{10} \nu_{10}} \\ \beta &= \frac{1}{E_2 - E_1} \log \left(\frac{25}{3} \frac{A_{21} \nu_{21}}{A_{10} \nu_{10}} \right) \\ &\simeq 1.826 \times 10^{22} \end{aligned} \quad (3)$$

したがって (1) 式から炭素原子数は

$$\begin{aligned} N_C &= L_{10} \frac{g_1 e^{-\beta E_1} + g_2 e^{-\beta E_2}}{g_1 e^{-\beta E_1} A_{10} h \nu_{10}} \\ &= 4.629 \times 10^{58} \end{aligned} \quad (4)$$

また炭素原子数 N_C に対する水素原子数 N_H の比は $N_H/N_C = 10^4$ なので全原子数は $N \simeq N_C \times 10^4$ とする. 水素原子質量を 1.674×10^{-27} , 平均分子量を 1.36 とすれば全質量 M は

$$M = 1.054 \times 10^{36} = 5.299 \times 10^5 M_\odot \quad (5)$$

となる.