

つぎのような手順で原子の大きさと単位体積あたりの個数(=数密度)を推定してみよう。

1. すべての元素についてグラム原子量 (M) あたりの原子の個数は一定であり、アボガドロ数 (N_A) と呼ばれる。この元素から構成される物質の密度 ρ であるとして、原子を一辺の長さが R の立方体とみなして、この R を M, ρ, N_A で表わす関係式を求めよ。
2. $M = 106.90509\text{g}$, $\rho = 10.5\text{g/cm}^3$, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ であるとして、この元素の原子1個の大きさ R を $1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$ 単位で計算せよ。
3. 原子量 M の元素から構成される物質の質量 m の中に含まれる原子(核)数 N を M, m, N_A で表わす関係式を求めよ。
4. 原子量 M の元素から構成される物質の密度 ρ として、この物質の単位体積中に含まれる原子(核)数 n (=数密度) を M, ρ, N_A で表わす関係式を求めよ。
5. 銀の原子量 $M = 106.90509\text{g}$, 密度 $\rho = 10.5\text{g/cm}^3$ として、この物質の単位体積中に含まれる原子(核)数 n (=数密度) を計算せよ。

(解答例)

1. 原子がアボガドロ数だけ集まって、その合計質量がグラム原子量になるので

$$\begin{aligned} (R^3 \times N_A) \times \rho &= M \\ \rightarrow R &= \left(\frac{M}{\rho N_A}\right)^{1/3}. \end{aligned}$$

2. 題意より

$$\begin{aligned} R &= \left(\frac{106.90509\text{g}}{10.5\text{g/cm}^3 \times 6.022 \times 10^{23}}\right)^{1/3} \\ &= 2.56 \times 10^{-8}\text{cm} \\ &= 2.56\text{\AA}. \end{aligned}$$

3. 1グラム原子という量あたりの原子数がアボガドロ数であるから

$$N = \frac{m}{M} N_A. \quad (1)$$

4. 題意より

$$n = \frac{\rho}{M} N_A. \quad (2)$$

5. 題意より

$$\begin{aligned} n(\text{Ag}) &= \frac{10.5\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}}{106.90509\text{g}} \times 6.022 \times 10^{23} \\ &= 5.91 \times 10^{22}/\text{cm}^3 \end{aligned} \quad (3)$$