

ある放射性原子 [核] の崩壊定数を λ とする.

1. 考えている核種の原子核をもつ原子のモル質量 (またはグラム原子量) を M , この核種からなる巨視的な物質の質量を m とし、この放射性の原子核の個数 N はどう表せるか. ただし, アボガドロ数を N_A とする.
2. このとき比放射能の強さ S を M, N_A, λ を用いて表す式を求めよ.
3. ^{90}Sr の半減期 $T_{1/2} = 28.9\text{year}$, $M \approx 90\text{ g}$, $N_A \approx 6 \times 10^{23}/\text{mol}$ とし、比放射能の強さ S を計算せよ.
4. ^{90}Sr の放射能の強さの測定値が 10^{10}Bq であるとき, 対応する質量を計算せよ. ただし, 自然対数の近似値 $\ln 2 \approx 0.693$ を用いてよい.

[解答例]

1. モル質量 (またはグラム原子量) の定義より

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

となる.

2. 放射能の強さ $A = \lambda N$ と比放射能の強さ S の定義より

$$\begin{aligned} S &\equiv \frac{A}{m} = \frac{\lambda N}{m} = \frac{\lambda m N_A}{m M} \\ &= \frac{\lambda N_A}{M} \end{aligned} \quad (2)$$

となる.

3. 半減期と崩壊定数の関係 $T_{1/2} = 0.693/\lambda$ を用いて, 前問の結果に与えられた値を代入すると

$$\begin{aligned} S &= \frac{0.693 N_A}{T_{1/2} M} \\ &= \frac{0.693 \times (6 \times 10^{23})}{28.9 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60\text{s} \times 90\text{g}} \\ &\approx 5.07 \times 10^{13} \text{ Bq/g} \end{aligned} \quad (3)$$

となる.

4. 比放射能の値を用いて

$$\frac{10^{10}\text{Bq}}{5.07 \times 10^{13} \text{ Bq/g}} = 0.197 \times 10^{-2}\text{g} = 0.00197\text{g} \quad (4)$$

となる.