

(Po と Ra の放射能の強さ比較)filename=podecay-qa101113.tex

放射性原子核 ^{210}Po の 1 ミリグラムの放射能による毒性は放射性原子核 ^{226}Ra の数グラムに相当するといわれる。この事実を、2つの放射性原子核の個数の比較と見なして理解してみよう。崩壊定数 λ_1, λ_2 の原子(核) 1,2 の、時刻 $t = 0$ における原子(核)の個数を N_{10}, N_{20} として次の問に答えよ。

1. 任意の時刻 t における原子(核) 1,2 の個数 $N_1(t), N_2(t)$ を記せ。
2. 任意の時刻 t における原子(核) 1,2 の放射能の強さ $A_1(t), A_2(t)$ を記せ。
3. 時刻 $t = 0$ において、A, B の両原子(核)の放射能の強さを等しいとして、 N_{20} を $\lambda_1, \lambda_2, N_{10}$ で表せ。
4. ^{210}Po の個数 $N_{10} = 1$, 半減期 $T_1 = 138\text{day}$, ^{226}Ra の半減期 $T_2 = 1620\text{year}$ として、(^{210}Po の 1 個の放射能に相当する) ^{226}Ra の個数 N_{20} を求めよ

[解答例]

1. 題意より

$$N_1(t) = N_{10}\exp(-\lambda_1 t), N_2(t) = N_{20}\exp(-\lambda_2 t). \quad (1)$$

2. 題意より

$$A_1(t) = \lambda_1 N_1(t) = \lambda_1 N_{10}\exp(-\lambda_1 t), \quad (2)$$

$$A_2(t) = \lambda_2 N_2(t) = \lambda_2 N_{20}\exp(-\lambda_2 t) \quad (3)$$

3. 題意より

$$\begin{aligned} \frac{A_1(0)}{A_2(0)} &= \frac{\lambda_1 N_{10}}{\lambda_2 N_{20}} = 1 \\ \rightarrow N_{20} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} N_{10}. \end{aligned} \quad (4)$$

4. 半減期 T と崩壊定数 λ は逆数関係にあることを用いて、

$$\begin{aligned} N_{20} &= \frac{T_2}{T_1} N_{10} = \frac{1620 \times 365 \text{ day}}{138 \text{ day}} \times 1 \\ &\approx 4284. \end{aligned} \quad (5)$$

すなわち、約 4284 倍となる。すなわち、放射性原子核 ^{210}Po の 1 ミリグラムは放射性原子核 ^{226}Ra の約 4.284 グラムに相当することになる。

(備考: 放射性原子核 ^{226}Ra の 1 グラムの放射能の強さは $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq(dps)}$ であり、相当な強さの放射能に相当。)