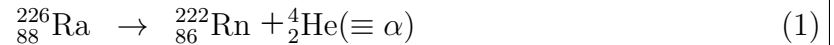


(ラジウム 226 のアルファ崩壊)filename=decay-radium-qa20171107A.tex

ラジウム 226($^{226}_{88}\text{Ra}$) は次式のようにラドン 222($^{222}_{86}\text{Rn}$) にアルファ崩壊する。



以下の問いに答よ。

1. 放射性の原子核の初めの時刻における個数を N_0 , 崩壊定数を λ とすれば, 任意の時刻 t における, この原子核の個数 $N(t)$ はどのように表されるか.
2. このとき, 半減期 $T_{1/2}$ はどう表されるか.
3. 時刻 t における放射能の強さ $A(t)$ を記せ.
4. 質量 m , グラム原子量 M の物質中の原子核の個数 N を記せ. ただし, アボガドロ数を N_A とせよ.
5. このアルファ崩壊の半減期 $T_{1/2} = 1580 \text{ y}$ として, このラジウム 1 g から毎秒何個のアルファ粒子放出がされるか計算せよ. ただし, $N_A \approx 6 \times 10^{23} / \text{mol}$, $\log_e 2(\equiv \ln 2) \approx 0.693$ を用いてよい.

[解答例]

1. 題意より, $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$.

2. 半減期の定義より

$$\begin{aligned} N(t + T_{1/2}) &= \frac{1}{2} N(t) \rightarrow e^{-\lambda(t+T_{1/2})} = e^{-\lambda t} \\ \rightarrow \lambda T_{1/2} &= \log_e 2(\equiv \ln 2) \\ \rightarrow T_{1/2} &= \frac{\ln 2}{\lambda}. \end{aligned} \quad (2)$$

3. 放射能の強さの定義より (または崩壊定数は単位時間あたり原子核 1 個あたりの崩壊数であるから)

$$A(t) = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

4. アボガドロ数の定義を考えて

$$N = \frac{m}{M} N_A. \quad (4)$$

5. 時刻として $t = 0$ において,

$$A(0) = \lambda N(0) = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \frac{m}{M} N_A$$

$$\begin{aligned}
&\approx \frac{0.693}{1580 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{226 \text{ g}} \times (6 \times 10^{23}) \\
&= 3.69 \times 10^{10} \text{ s}^{-1} \\
\rightarrow A(0) &= 3.69 \times 10^{10} \text{ Bq. (s}^{-1} \equiv \text{Bq)}. \tag{5}
\end{aligned}$$

参考：

放射能の従来単位である1キュリー(1 Ci)は $1 \text{ Ci} \equiv 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ と定義された。しかし、あまりにも強い放射能の強さなので、現在では使用されることは少ない。