

(中性子線の減衰 : filename=neutron-reduction-qa131121.tex)

細い中性子束に対しては、ガンマ線の場合と同様に、入射時の強度  $I_0$  で、物質の厚さ  $x$  における強度  $I(x)$  は  $I(x) = I_0 e^{-\mu x} = I_0 e^{-N\sigma x}$  と与えられる。ただし、 $N$  は物質中の原子(核)の数密度、 $\sigma$  は核反応の断面積である。天然カドミウム (密度  $\rho = 8.65\text{g/cm}^3$ , 原子量 112.4) の熱中性子吸収に対する断面積  $\sigma = 2700\text{b}$ ,  $1\text{b} \equiv 10^{-24}\text{cm}^2$  である。

1. カドミウム原子(核)の数密度  $N$  を計算せよ。
2. 吸収係数  $\mu$  を計算せよ。
3. 熱中性子を 99.9% 吸収するのに要するカドミウム板の厚さを求めよ。

ただし、アボガドロ数  $N_A = 6 \times 10^{23}$  と  $\log_e 10 = 2.30$  を用いてよい。

(解答例)

1. モル質量(グラム原子量)を  $M$  とすると

$$\begin{aligned} N &= \frac{\rho}{M} N_A \\ &= \frac{8.65\text{g cm}^{-3}}{112.4\text{g}} \times 6 \times 10^{23} \\ &= 4.6 \times 10^{22}\text{cm}^{-3}. \end{aligned} \tag{1}$$

- 2.

$$\begin{aligned} \mu &= N\sigma = (4.6 \times 10^{22}\text{cm}^{-3}) \times (2700 \times 10^{-24}\text{cm}^2) \\ &= 124.2\text{cm}^{-1}. \end{aligned} \tag{2}$$

3. 題意より

$$\begin{aligned} \frac{I(x)}{I_0} &= e^{-\mu x} = 10^{-3} \\ \rightarrow \mu x &= 3\log_e 10 = 6.9 \\ \rightarrow x &= \frac{6.9}{124.2\text{cm}^{-1}} \\ &= 0.0556\text{ cm}. \end{aligned} \tag{3}$$