

ガンマ線または X 線について以下の問いに答えよ。

1. 入射強度 I_0 の光子束 (ガンマ線または X 線) が吸収係数 μ をもつ物質を通過することを考える。厚さ x における強度 $I(x)$ を I_0, μ, x で表す関係式 $I(x) = I_0 \exp(-\mu x)$ を導け。
2. エネルギー $E = 1 \text{ MeV}$ のガンマ線または X 線の鉛による吸収係数 $\mu = 0.75 \text{ cm}^{-1}$ であるとすれば、このガンマ線または X 線を 1000 分の 1 に減衰させるために必要な鉛の厚さを計算せよ。

(解答例)

1. 強度の変化 $dI (< 0)$ は厚さ x における強度 I と新たに通過する距離 dx に比例すると考えて

$$\begin{aligned} -dI &= \mu I dx \\ \Rightarrow \frac{dI}{I} &= -\mu dx \\ \Rightarrow \int \frac{dI}{I} &= \int (-\mu) dx \\ \Rightarrow \log_e I &= -\mu x + \text{constant} \\ \Rightarrow I(x) &= I_0 \exp(-\mu x). \end{aligned} \tag{1}$$

2. 題意より

$$\begin{aligned} \frac{I(x)}{I_0} &= 10^{-3} \\ \Rightarrow \exp(-\mu x) &= 10^{-3} \\ \Rightarrow \mu x &= \log_e(10^3) = 3 \log_e 10 = 6.908 \\ \Rightarrow x &= \frac{6.908}{0.75 \text{ cm}^{-1}} \\ &= 9.2 \text{ cm}. \end{aligned} \tag{2}$$