

人間の眼が光を感じるのは、瞳孔を通る光のエネルギー E が、 $(2 - 6) \times 10^{-17}\text{J}$ 以上の場合であると言われている。ただし、光(可視光)の波長 λ を $\lambda = 5.1 \times 10^{-7}\text{m}$ とする。この光の約 10% が網膜の感光物質を励起して、視覚を生じさせる。真空中の光速を $c \cong 3.0 \times 10^8\text{m/s}$ 、プランク定数を $h \cong 6.626 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ 、 $1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{J}$ として次の問いに答えよ。

1. この光の光子のエネルギー E を光速 c 、光の波長 λ 、プランク定数 h で表せ。
2. この光子のエネルギーの値を J (ジュール) でまず計算し、次に eV(電子ボルト) に換算して表せ。
3. 上記の設定条件の場合、視覚を生じさせる最少の光子数 N を計算せよ。

(解答例)

1. 光の振動数を f とし、アインシュタインの関係 $E = hf$ と光速 $c = \lambda \times f$ より

$$E = \frac{ch}{\lambda}. \quad (1)$$

- 2.

$$\begin{aligned} E &= \frac{3.0 \times 10^8\text{m/s} \times 6.626 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}}{5.1 \times 10^{-7}\text{m}} \\ &= 3.9 \times 10^{-19}\text{J} \end{aligned} \quad (2)$$

$$= 2.44 \text{ eV}. \quad (3)$$

3. 題意より

$$\begin{aligned} N &= \frac{(2 - 6) \times 10^{-17}\text{J} \times \left(\frac{10}{100}\right)}{3.9 \times 10^{-19}\text{J}} \\ &\cong (5 - 15). \end{aligned} \quad (4)$$