

波長 $3000\text{\AA}$ の単色光が、面積 4cm^2 の表面に垂直に入射する。光の強度が $15 \times 10^{-2}\text{Watt/m}^2$ とする。

1. この単色光の光子のエネルギーを計算せよ。
2. この表面に単位時間 (1 秒) あたり、入射するエネルギーを計算せよ。
3. 単位時間 (1 秒) あたり、この表面を照射する光子の個数を求めよ。

ただし、 $\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$, 光速 $c \cong 3.0 \times 10^8\text{m/s}$ 、プランク定数 $h \cong 6.63 \times 10^{-34}\text{joule} \cdot \text{s}$ を用いてよい。

(解答例)

1. 光子の波長を λ , エネルギーを ε とすると、アインシュタインの関係より

$$\begin{aligned}\varepsilon &= h\nu = \frac{ch}{\lambda} \\ &= \frac{3.0 \times 10^8\text{m/s} \times 6.63 \times 10^{-34}\text{joule} \cdot \text{s}}{3.0 \times 10^{-7}\text{m}} \\ &= \left(\frac{3.0 \times 6.63}{3.0} \right) \times 10^{-34+8+7} \times \text{joule} \\ \varepsilon &= 6.63 \times 10^{-19}\text{joule}.\end{aligned}\tag{1}$$

2. 入射光の強度 I と照射断面積 S , 出力 P の間の関係式を用いて

$$\begin{aligned}P &= IS \\ &= (15 \times 10^{-2} \times 4) \times 10^{-2-4} \times \frac{\text{watt}}{\text{m}^2} \times \text{m}^2 \\ &= 6.0 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{joule}}{\text{s}} \right).\end{aligned}\tag{2}$$

3. 単位時間あたり照射される光子数 dN/dt と入射強度 I には次の関係があるので

$$\begin{aligned}I &= h\nu \times \frac{dN}{dt} \times \frac{1}{S} \\ \rightarrow \frac{dN}{dt} &= \frac{IS}{h\nu} = \frac{P}{h\nu} \\ &= \frac{6.0 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{joule}}{\text{s}} \right)}{6.63 \times 10^{-19}\text{joule}} \\ &= 0.905 \times 10^{14}\text{s}^{-1}.\end{aligned}\tag{3}$$