

テレビのブラウン管中の電子は光速度 c の約 0.2 倍の速さで運動する。非相対論の近似で、この電子の運動量 p (単位 $\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)、運動エネルギー K (単位 joule)、ド・ブローイ波長 λ (単位 $\text{\AA}$) を計算せよ。ただし、光速度 $c \cong 3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ 、プランク定数 $h \cong 6.63 \times 10^{-34} \text{joule} \cdot \text{s}$ 、電子質量 $m = 0.91 \times 10^{-30} \text{kg}$ 、 $1\text{eV} \cong 1.60 \times 10^{-19} \text{J}$ とする。

(解答例)

1. 電子の運動量

$$p = mv \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &= (0.91 \times 10^{-30} \text{kg}) \times (0.2 \times 3.0 \times 10^8 \text{m/s}) \\ &= 5.4 \times 10^{-23} \text{kg} \cdot \text{m/s}. \end{aligned} \quad (2)$$

2. 電子の運動エネルギー

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m} \\ &= \frac{(5.4 \times 10^{-23} \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2}{2 \times 0.91 \times 10^{-30} \text{kg}} \\ &= \left(\frac{5.4^2}{2 \times 9}\right) \times 10^{-46+31} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \\ &= 1.68 \times 10^{-15} \text{joule} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1.68 \times 10^{-15}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{eV} \\ &\approx 1.0 \times 10^4 \text{eV}. \end{aligned} \quad (4)$$

3. 電子のド・ブローイ波長

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{h}{p} \\ &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{joule} \cdot \text{s}}{5.4 \times 10^{-23} \text{kg} \cdot \text{m/s}} \\ &= 1.2 \times 10^{-11} \text{m} \\ &= 0.12 \text{\AA} (1 \text{\AA} \equiv 10^{-10} \text{m}). \end{aligned} \quad (5)$$

(参考) ; 原子の大きさは通常、 $1 \text{\AA}$ (オングストローム) を単位として測られる。また古典電子半径は 10^{-15}m 程度である。