

## 問題 1 原子核実験: コンプトン散乱・硬 X 線

1-1

光子の波長とエネルギーの関係は  $\lambda = 2\pi\hbar c/E$  より

$$\lambda = 2\pi \frac{200 \text{ MeVfm}}{0.5 \text{ MeV}} = 4.0 \text{ nm} \quad (1-1.1)$$

1-2

エネルギー保存則は

$$\frac{hc}{\lambda} + m_e c^2 = \frac{hc}{\lambda'} + \sqrt{m_e^2 c^4 + c^2 p_e^2} \quad (1-2.1)$$

運動量保存則は

$$\begin{aligned} \frac{h}{\lambda} &= \frac{h}{\lambda'} \cos \theta + p_e \cos \psi \\ 0 &= \frac{h}{\lambda} \sin \theta + p_e \sin \psi \end{aligned} \quad (1-2.2)$$

1-3

運動量保存則を君合わせ  $\psi$  を消去すると

$$\begin{aligned} p_e^2 &= h^2 \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{\cos \theta}{\lambda'} \right)^2 + \frac{h^2}{\lambda'^2} \\ \frac{p_e^2}{h^2} &= \frac{1}{\lambda^2} + \frac{h^2}{\lambda'^2} - \frac{2}{\lambda \lambda'} \cos \theta \end{aligned} \quad (1-3.1)$$

これをエネルギー保存則の式に入れていくと

$$\begin{aligned} \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} + m_e c^2 &= \sqrt{m_e^2 c^4 + c^2 p_e^2} \\ \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right)^2 + \frac{2m_e c}{h} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right) &= \frac{p_e^2}{h^2} \frac{m_e c}{h} \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda \lambda'} = -\frac{\cos \theta}{\lambda \lambda'} \\ \lambda' - \lambda &= \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta) \end{aligned} \quad (1-3.2)$$

## 感想

X 線自体は物性実験・素核実験で必ず使うものなので、実験の人は抑えておいたほうがよい内容なのかと思ったけど、後半が全く分からない。