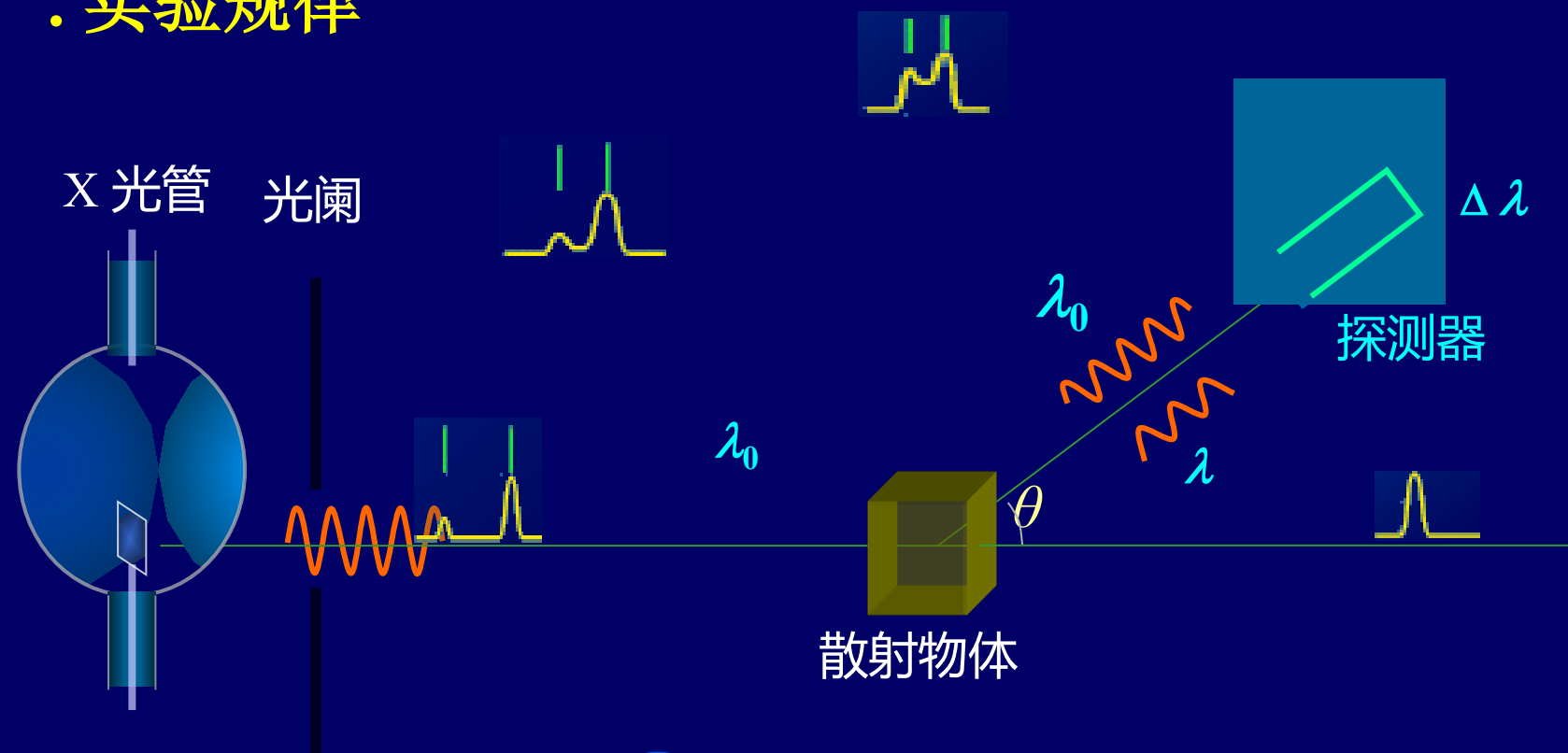


§ 15.3 康普顿效应

一. 实验规律



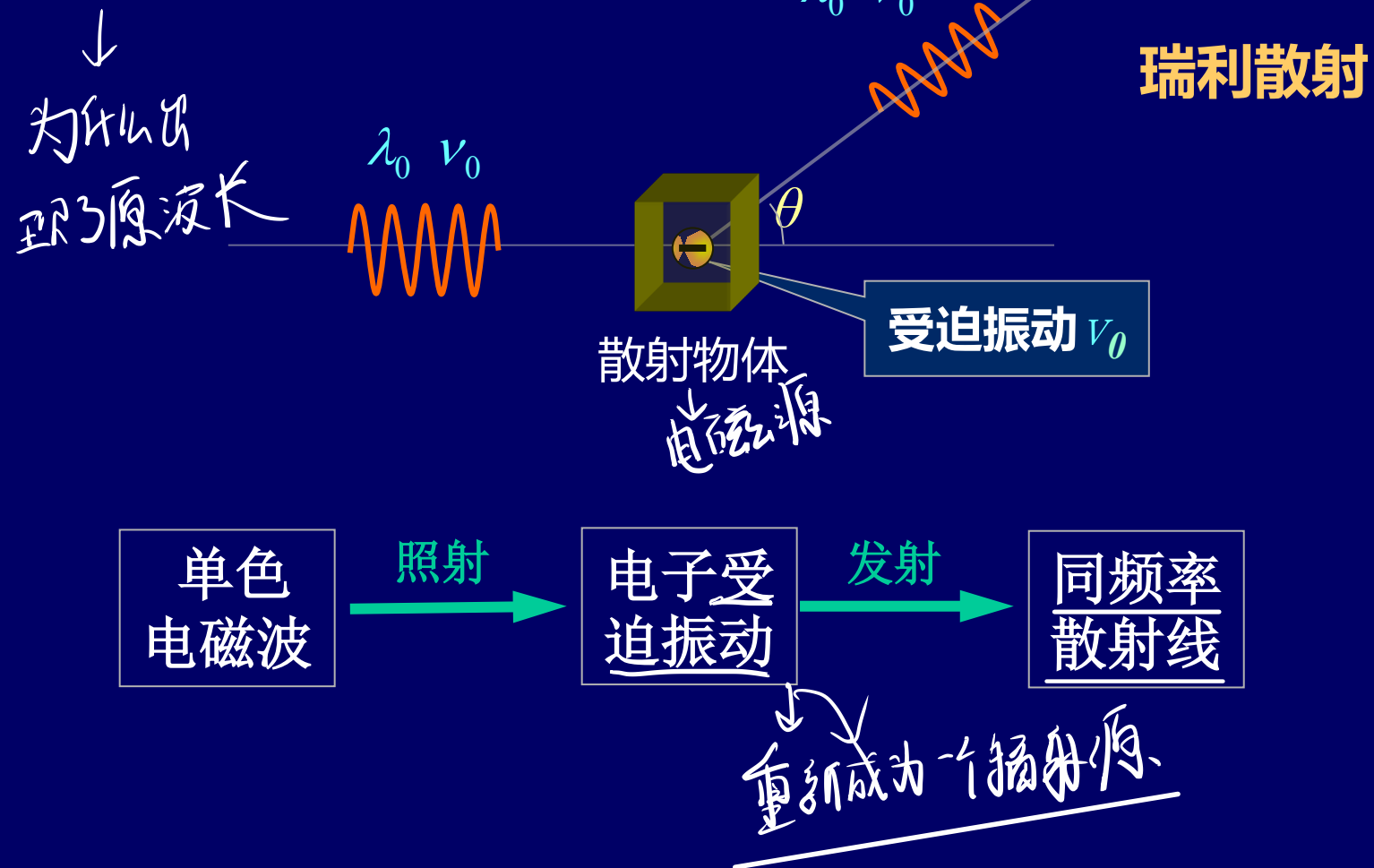
散射线中有两种波长 λ_0 、 λ ， $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ 随散射角 θ

θ 的增大而增大。

2022-11-16

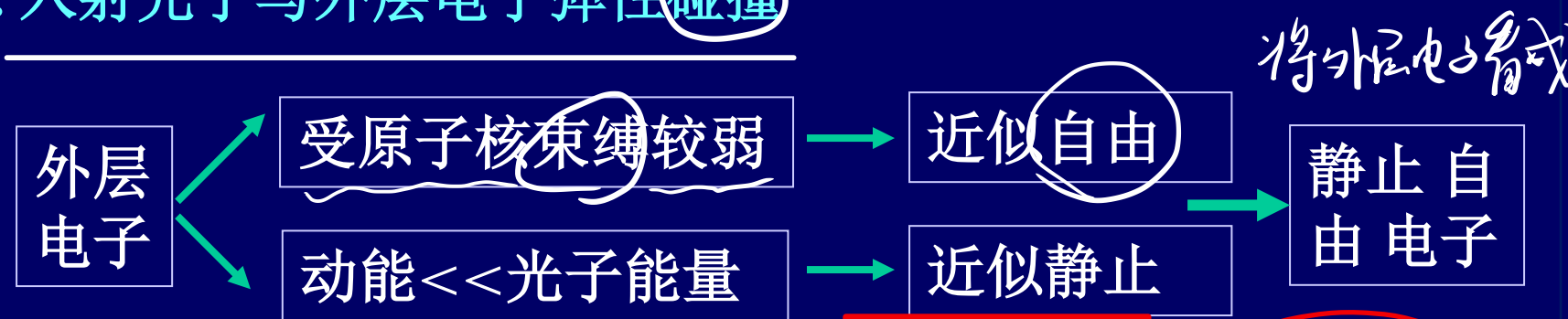
轻元素
重元素 → 波长变长的多一些

二. 经典物理解释



三. 光子理论解释

1. 入射光子与外层电子弹性碰撞



质速关系是什么?

$$F = ma$$

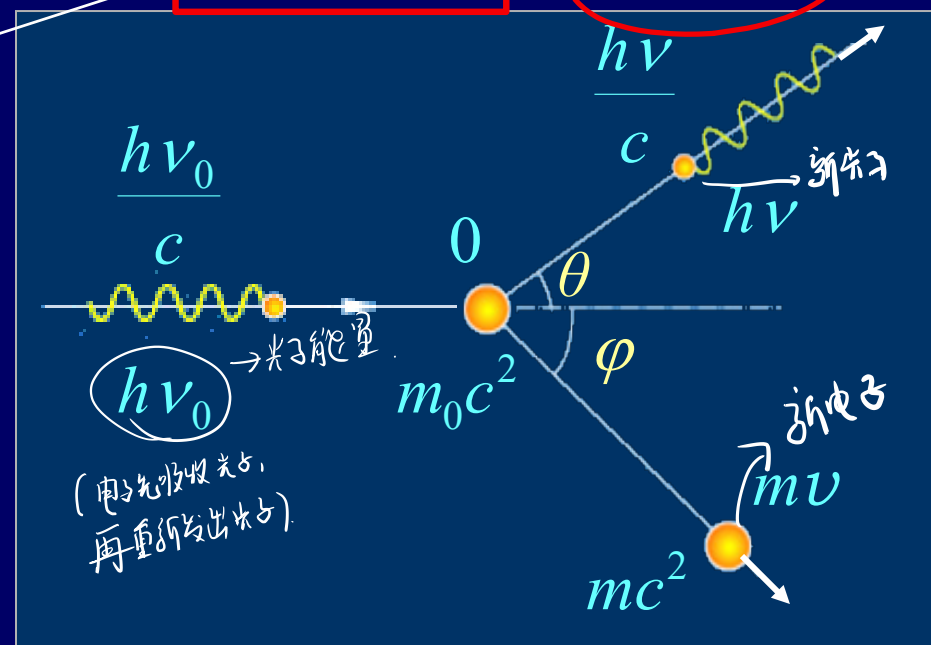
能量、动量守恒

能量: $h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2$

动量: $\frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu}{c} \cos \theta + mv \cos \varphi$

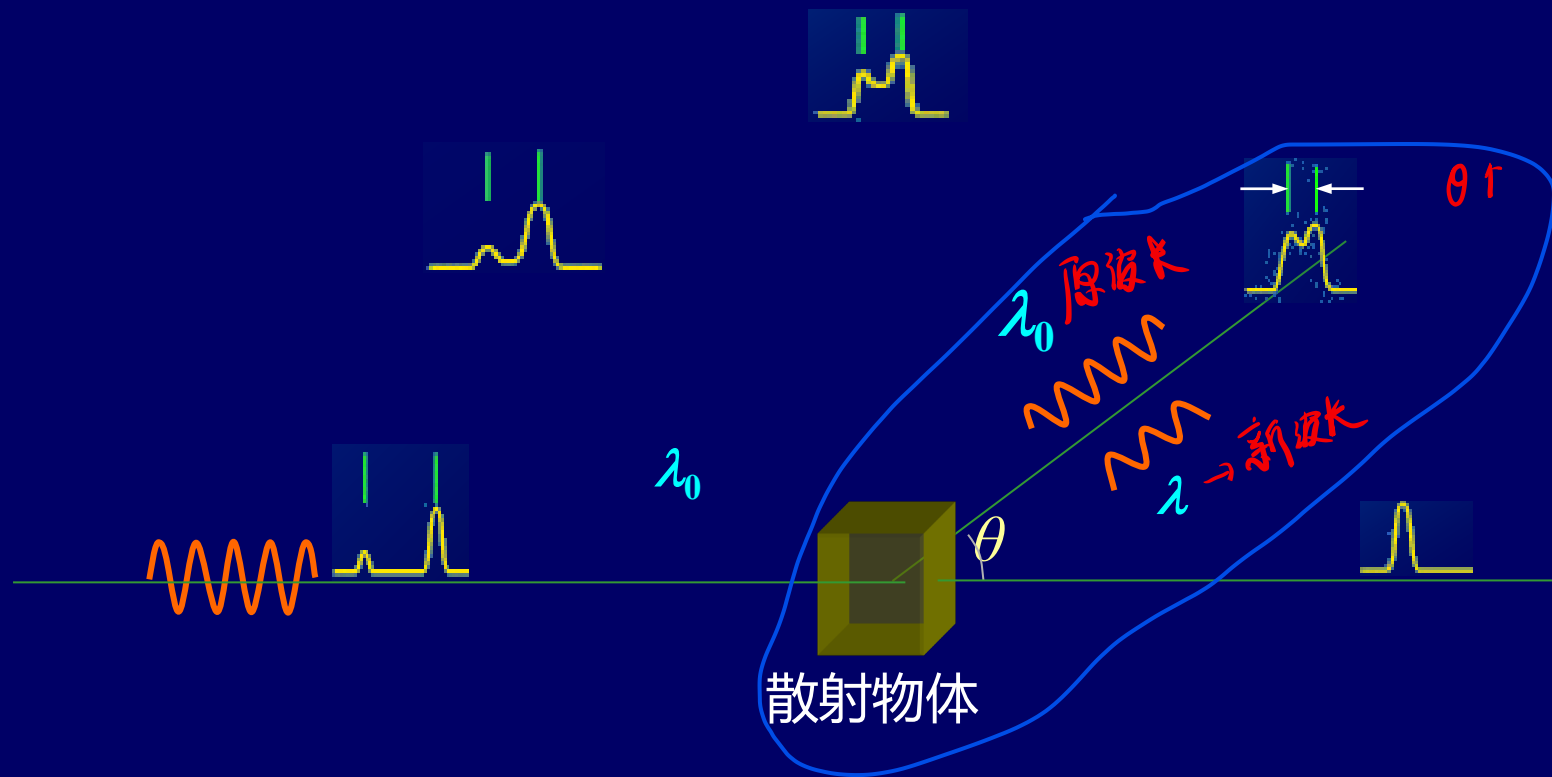
初态: $\frac{h\nu}{c} \sin \theta = mv \sin \varphi$

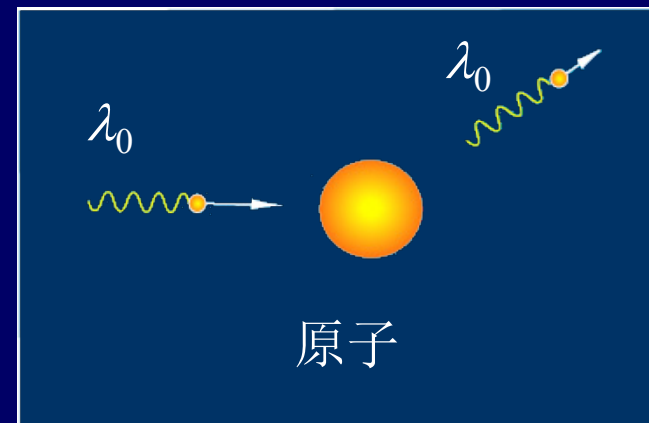
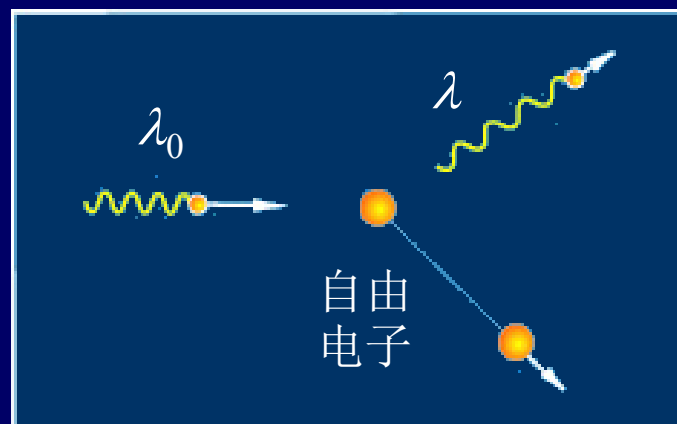
2022-11-16



$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{2h}{m_0c} \sin^2 \frac{\theta}{2} = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

康普顿波长 $\lambda_c = h/m_0c = 0.0024 \text{ nm}$





2. X 射线光子和原子内层电子相互作用

说明 (1)

光子

内层电子



波长不变的散射线

外层电子



波长变大的散射线

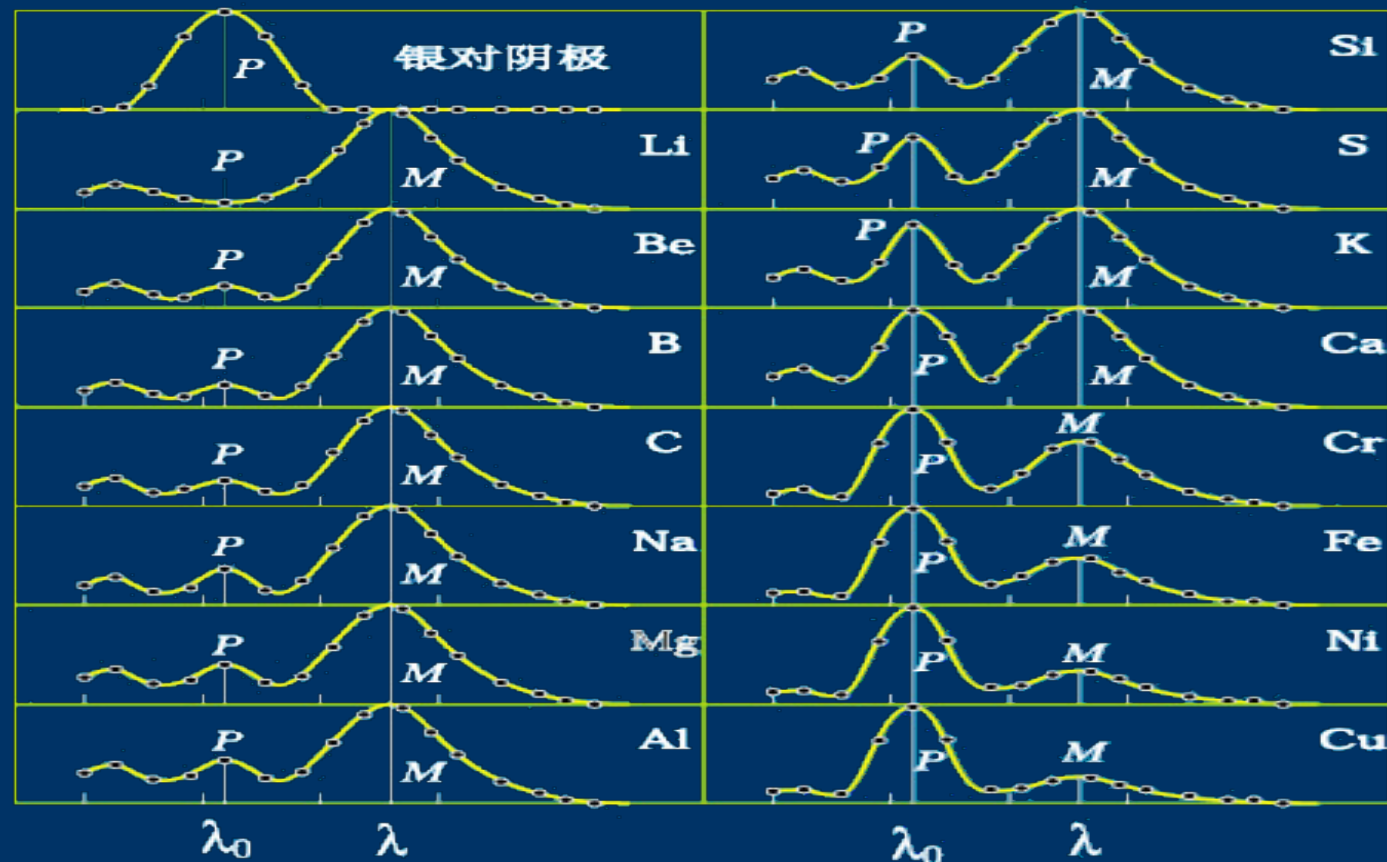
(发射同频率的新光子)

(2)

固定 θ

自由电子多 \rightarrow 新光子数多	波长	λ_0	λ
轻物质 (多数电子处于弱束缚状态)		弱	强
重物质 (多数电子处于强束缚状态)		强	弱

内层电子多些 \rightarrow 原波长成分多些



吴有训实验结果

Li, Fe

$$\lambda_{Li} = \lambda_{Fe}$$

$$I_{Li} > I_{Fe}$$

例 $\lambda_0 = 0.02\text{nm}$ 的X射线与静止的自由电子碰撞, 若从与入射线成 90° 的方向观察散射线, 求: 散射线的波长 λ ,

反冲电子的动量和动能

$$\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2\frac{\theta}{2} \quad (\lambda_c)$$

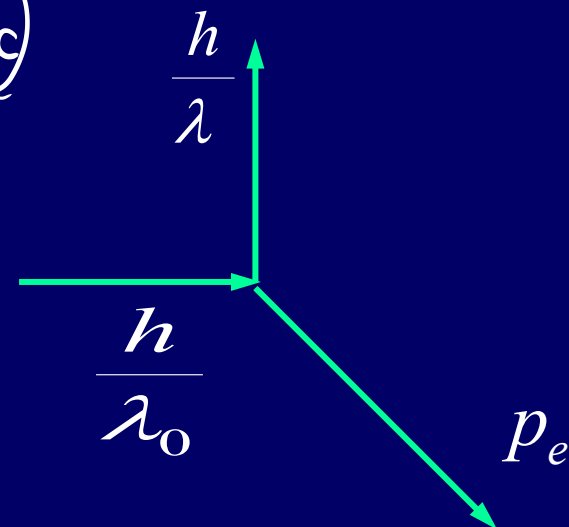
解 新 \rightarrow 波长为

$$\lambda = \lambda_0 + \lambda_c = 0.022\text{ nm}$$

动量守恒
(动量与能量的公式)

$$p_e = h \sqrt{\frac{1}{\lambda_0^2} + \frac{1}{\lambda^2}}$$

$$= 4.5 \times 10^{-23} (\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s})$$



$$E_k = h\nu_0 - h\nu = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda} = 6.8 \times 10^3 (\text{eV})$$

$$E = E_0 + E_k$$

功能
定律

<

$$E_k = mc^2 - m_0c^2$$

能量守恒

