

清华大学硕士生入学考试试题专用纸

准考证号 _____ 系 别 材料科学与工程 考试日期 2008.1

专 业 材料科学与工程 考试科目 辐射物理基础

命题人签字: 陈峰 2008年 1 月 19 日

审题人签字: 曾乙

试题内容:

根据相关理论,可以发现自由电子对X光的散射强度为:

$$I = I_0 \cdot \left(\frac{e^2}{mc^2 r} \right)^2 \cdot \frac{1 + \cos^2 2\theta}{2}$$

因而人们由此推断X光与晶体作用产生衍射主要源于电子对X光散射线的干涉,请解释其理由。(10分)

$$\therefore M_{\text{核}} = \frac{1}{1836} M_{\text{电子}}$$

\therefore 电子散射光强 \propto 原子核的散射光强

\therefore 忽略原子核,主要源于电子

上式为采用经典理论讨论问题时,非偏振X光入射到一个自由电子上所产生相干散射强度,称为汤姆逊公式。

$$\text{其中 } \frac{e^4}{m^2 c^4} = \left[\frac{(4.80 \times 10^{-10})^2}{9.107 \times 10^{-31} \times (2.998 \times 10^{10})^2} \right]^2 = 7.94 \times 10^{-26} \text{ cm}^2$$

其值虽然很小,但它比最轻核的散射值 $e^4/M^2 c^4$ 大得多,因为核的质量 M 起码为电子质量 m 的1836倍,而电量相同。
所以,原子中只有电子才是有效的散射体。