

量子现象和量子规律

1 量子力学基本原理

1.1 物质波

$$E = mc^2 = h\nu, \quad p = mv = \frac{h}{\lambda}$$

其中 λ 即为德布罗意波长。

λ 的计算：

$$E = E_0 + E_k, \quad E^2 = E_0^2 + (cp)^2, \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{hc}{\sqrt{2E_k m_0 c^2 + E_k^2}}$$

实验验证：戴维孙—革末实验。

1.2 不确定关系

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h, \quad \Delta x \geq \frac{h}{\Delta p_x} = \frac{\lambda^2}{\Delta \lambda}$$

1.3 波函数

波函数的强度 $|\Psi^2|$ 代表粒子在空间的概率密度分布。波函数单值、有限、连续、归一化。

2 量子力学应用

2.1 势阱

一维无限深势阱中，粒子的能量：

$$E = n^2 \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} = n^2 \frac{h^2}{8ma^2}$$

隧道效应是指微观粒子能量 E 小于势垒 U_0 时，粒子有一定的概率穿透势垒的现象。这种效应是微观粒子波动性的表现。

2.2 原子结构

电子的概率分布： n 为主量子数(壳层)； l 为角量子数(能级)($0 \sim (n-1)$)； m_l 为磁量子数($0 \sim \pm l$)； m_s 为自旋磁量子数($\pm \frac{1}{2}$)。