

大学物理22

71066001-陈伟志

13-22

一带电粒子经206V电压加速后,测得其布罗意波长为 $2.0 \times 10^{-3} \text{ nm}$

$$E_k = \frac{p^2}{2m} = eU$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (电子常量)}$$

德布: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2meU}} = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$

粒子质量: $m = \frac{h^2}{2eU\lambda^2} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

13-25

光波的波长 500 nm (可见光) 0.1 nm (X射线)
 0.0001 nm (γ射线)

加速电子的动能 $E_k = eU$

光子的能量 $E_g = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

$E_k = E_g$ (电子转光子)

加速电势差 $U = \frac{hc}{e\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \text{ V/m}}{\lambda \times 1.6 \times 10^{-19}} = \frac{1.24 \times 10^{-6} \text{ V/m}}{\lambda}$

光子为可见光时

$$U_1 = \frac{hc}{e\lambda_1} = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{500 \times 10^{-9}} = 2.48 \text{ V}$$

光子为X射线

$$U_2 = \frac{hc}{e\lambda_2} = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{0.1 \times 10^{-9}} \text{ V} = 1.24 \times 10^4 \text{ V}$$

光子为γ射线

$$U_3 = \frac{hc}{e\lambda_3} = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{0.0001 \times 10^{-9}} \text{ V} = 1.24 \times 10^7 \text{ V}$$

北京航空航天大学

BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

13-28 $\Delta v = 1 \text{ cm/s}$

$$\Delta x \geq \frac{h}{2\Delta p_x} = \frac{h}{2m\Delta v_x} = \frac{1.05 \times 10^{-34} \text{ m} \cdot \text{kg}}{2 \times 0.01} = \frac{5.25 \times 10^{-33} \text{ m} \cdot \text{kg}}{\text{m}}$$

(1) 电子的坐标不确定量

$$\Delta x \geq \frac{5.25 \times 10^{-33}}{9.11 \times 10^{-31}} \text{ m} = 5.76 \times 10^{-3} \text{ m}$$

(2) 布朗粒子的坐标不确定量

$$\Delta x \geq \frac{5.25 \times 10^{-33}}{1 \times 10^{-13}} \text{ m} = 5.25 \times 10^{-20} \text{ m}$$

(3) 小弹丸的坐标

$$\Delta x \geq \frac{5.25 \times 10^{-33}}{1 \times 10^{-4}} \text{ m} = 5.25 \times 10^{-29} \text{ m}$$

13-29 $\Delta p_x = 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

解: $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{h}{2}$

$$\text{得 } \Delta x \geq \frac{h}{2\Delta p_x} = \frac{1.05 \times 10^{-34}}{2 \times 10^{-25}} \text{ m} = 5.25 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.525 \text{ nm}$$

这个范围约为玻尔半径 ($0.5 \times 10^{-10} \text{ m}$) 的10倍, 5个基态氢原子沿直线排列的长度

13-30

 $\lambda = 632.8 \text{ nm}$, 谱线宽度 $\Delta\lambda = 10^{-9} \text{ nm}$ 光子的动量与波长关系 $p = \frac{h}{\lambda}$, 光子动量不确定量的大小

$$|\Delta p| = \frac{h}{\lambda^2} \Delta\lambda$$

不确定关系 $\Delta x \Delta p = \Delta x \cdot \frac{h}{\lambda^2} \Delta\lambda \geq \frac{h}{2}$

$$\Delta x \geq \frac{\lambda^2}{4\pi \Delta\lambda} = \frac{(632.8 \times 10^{-9})^2}{4 \times 3.14 \times 1 \times 10^{-9}} \text{ m} = 31.9 \times 10^3 \text{ m}$$

13-31 $\lambda = 589 \text{ nm}$ 的自然宽度 $\frac{\Delta\nu}{\nu} = 1.6 \times 10^{-8}$ 解: 原子辐射能量为 $E = h\nu$ 的光子, 波长为 $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 。当能级的不确定量为 ΔE , 相应的谱线有不确定量 $\Delta\nu$, 有 $\Delta E = h\Delta\nu$

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2}$$

$$\text{有 } \Delta E \Delta t = h\Delta\nu \Delta t \geq \frac{h}{2}$$

平均寿命

$$\Delta t \geq \frac{h}{2h\Delta\nu} = \frac{1}{4\pi\Delta\nu} = \frac{1}{4\pi\nu} \frac{\nu}{\Delta\nu} = \frac{\lambda}{4\pi} \frac{\nu}{\Delta\nu}$$

$$\Delta t \geq \frac{589 \times 10^{-9}}{4 \times 3.14 \times 3 \times 10^8 \times 1.6 \times 10^{-8}} \text{ s} = 9.77 \times 10^{-9} \text{ s}$$