

一 选择题 (共18分)

- 1. (本题 3分)(4211)
(D)
- 2. (本题 3分)(4428)
(A)
- 3. (本题 3分)(4778)
(A)
- 4. (本题 3分)(5234)
(C)
- 5. (本题 3分)(5619)
(C)

参考解:

根据 $p = h / \lambda$
则 $\Delta p_x = h \Delta \lambda / \lambda^2$
 $\Delta x \geq \lambda^2 / \Delta \lambda$
 $\Delta x_{\min} = \lambda^2 / \Delta \lambda = 5000 \times 10^{-10} \times 5000 \times 10^3 = 2.5 \text{ m} = 250 \text{ cm}$

- 6. (本题 3分)(8020)
(D)

二 填空题 (共11分)

- 7. (本题 5分)(4203)
粒子在 t 时刻在 (x, y, z) 处出现的概率密度 2 分
单值、有限、连续 1 分
 $\iiint |\Psi|^2 dx dy dz = 1$ 2 分
- 8. (本题 3分)(4632)
 1.33×10^{-23} 3 分
- 9. (本题 3分)(5372)
 1.06×10^{-24} (或 6.63×10^{-24} 或 0.53×10^{-24} 或 3.32×10^{-24}) 3 分

参考解:

根据 $\Delta y \Delta p_y \geq \hbar$, 或 $\Delta y \Delta p_y \geq h$, 或 $\Delta y \Delta p_y \geq \frac{1}{2} \hbar$, 或 $\Delta y \Delta p_y \geq \frac{1}{2} h$, 可得以上
答案.

三 计算题 (共25分)

- 10. (本题 5分)(4430)
解: 先求粒子的位置概率密度
 $|\psi(x)|^2 = (2/a) \sin^2(\pi x/a) = (2/2a)[1 - \cos(2\pi x/a)]$ 2 分
当 $\cos(2\pi x/a) = -1$ 时, $|\psi(x)|^2$ 有最大值. 在 $0 \leq x \leq a$ 范围内可得 $2\pi x/a = \pi$
 $\therefore x = \frac{1}{2} a$. 3 分

11. (本题 5分)(4435)

解: 1 keV 的电子, 其动量为

$$p = (2mE_K)^{1/2} = 1.71 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad 2 \text{ 分}$$

据不确定关系式: $\Delta p \cdot \Delta x \geq \hbar$

$$\text{得} \quad \Delta p = \hbar / \Delta x = 0.106 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\therefore \quad \Delta p / p = 0.062 = 6.2\% \quad 1 \text{ 分}$$

[若不确定关系式写成 $\Delta p \cdot \Delta x \geq h$ 则 $\Delta p / p = 39\%$, 或写成 $\Delta p \cdot \Delta x \geq \hbar/2$ 则 $\Delta p / p = 3.1\%$, 均可视为正确.]

12. (本题 5分)(4442)

解: 光子动量

$$p = h / \lambda \quad 1 \text{ 分}$$

按题意, 动量的不确定量为

$$\Delta p = \left| -h / \lambda^2 \right| \Delta \lambda = (h / \lambda)(\Delta \lambda / \lambda) \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{根据测不准关系式得:} \quad \Delta x \geq h / (2\pi \Delta p) = \frac{h\lambda}{2\pi h(\Delta \lambda / \lambda)} = \frac{\lambda}{2\pi(\Delta \lambda / \lambda)}$$

$$\text{故} \quad \Delta x \geq 0.048 \text{ m} = 48 \text{ mm} \quad 2 \text{ 分}$$

若用 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h / (4\pi)$ 或 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$, 或 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{1}{2}h$, 计算 Δx 同样得 2 分.

13. (本题 5分)(4526)

$$\text{解:} \quad dP = |\psi|^2 dx = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx \quad 3 \text{ 分}$$

粒子位于 $0 - a/4$ 内的概率为:

$$\begin{aligned} P &= \int_0^{a/4} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \int_0^{a/4} \frac{2}{a} \frac{a}{\pi} \sin^2 \frac{\pi x}{a} d\left(\frac{\pi x}{a}\right) \\ &= \frac{2}{\pi} \left[\frac{\frac{1}{2}\pi x}{a} - \frac{1}{4} \sin \frac{2\pi x}{a} \right] \Big|_0^{a/4} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\frac{1}{2}\pi}{4} - \frac{1}{4} \sin\left(\frac{2\pi}{4}\right) \right] = 0.091 \quad 2 \text{ 分} \end{aligned}$$

14. (本题 5分)(4779)

$$\text{解: 由 } \Delta p_x \Delta x \geq h \text{ 即} \quad \Delta x \geq \frac{h}{\Delta p_x} \quad ① \quad 1 \text{ 分}$$

据题意 $\Delta p_x = mv$ 以及德布罗意波公式 $\lambda = h / mv$ 得

$$\lambda = \frac{h}{\Delta p_x} \quad ② \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{比较①、②式得} \quad \Delta x \geq \lambda \quad 2 \text{ 分}$$

四 回答问题 (共10分)**15. (本题 5分)(4780)**

答: 用经典力学的物理量例如坐标、动量等只能在一定程度内近似地描述微观粒子的运动, 坐标 x 和动量 p_x 存在不确定量 Δx 和 Δp_x , 它们之间必须满足不确定关系式

$$\Delta p_x \Delta x \geq h \quad 3 \text{ 分}$$

这是由于微观粒子具有波粒二象性的缘故. 2 分

16. (本题 5分)(4781)

答：由图可知，(a)粒子位置的不确定量较大.

2 分

又据不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$

可知，由于(b)粒子位置的不确定量较小，故(b)粒子动量的不确定量较大.

3 分