

## 第 13 章 量子物理基础

### 一、选择题

1~5 D D D C B, 6~10 C B A C C, 11:BC, 12~14 ACB, 15:ABC

### 二、填空题

1. 2, 0.5

2.  $h\nu, h/\lambda, h\nu/c^2$

3.  $E_k = h\nu_0 - h\nu = h\left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda}\right)$

4.  $\theta$ , 入射波波长或散射物质

5.  $\lambda = \frac{12.25}{\sqrt{U}} \times 10^{-10} = 1 \times 10^{-10} \text{m}$

6. 150V

7.  $P = \sqrt{2mE} = \sqrt{2m \cdot \frac{3}{2}kT} = 1.46 \times 10^{-10} \text{m}$

8.  $6.125 \times 10^{-12} \text{m}$  (与第 5 题相同)

9.  $\Delta x \Delta P_x \geq \frac{\hbar}{2}$ ,  $10^6 \text{m/s}$

10. 波函数是一种概率波,  $|\Psi(\vec{r}, t)|^2$  表示  $t$  时刻, 粒子在空间  $\vec{r}$  处单位体积中出现的概率, 即概率密度

11. 3; 0,  $\pm 1, \pm 2$

12. 2,  $2(2l+1), 2n^2$

13.  $\frac{d^2\Psi(x)}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi(x) = 0$ , 一维定态薛定谔方程

14. 激活介质, 激励能源, 光学谐振腔

15.  $\lambda = \frac{12.25}{\sqrt{U_{12}}} \times 10^{-10} \text{m}$

### 三. 简答题

答: 物质波与经典波的本质差别在于, 物质波既不是机械波, 也不是电磁波, 而是一种概率波, 显示出粒子性和波动性的统一, 其波函数不表示实在物理量在空间的波动, 其振幅没有实在的物理意义, 但  $|\Psi(\vec{r}, t)|^2$  表示  $t$  时刻, 粒子在空间  $\vec{r}$  处单位体积中出现的概率, 即概率密度。

#### 四、计算题

1. 解:  $T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.897 \times 10^{-3}}{490 \times 10^{-9}} = 5.91 \times 10^3 \text{ K}$

2. 解: 概率密度  $|\Psi(x)|^2 = \Psi(x)\Psi^*(x) = \left( \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a} \right)^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi x}{a}$

取最大值时  $\sin^2 \frac{3\pi x}{a} = 1 (0 < x < a)$  即  $\frac{3\pi x}{a} = (2k+1) \frac{\pi}{2}$

得  $x = \frac{a}{6}, \frac{a}{2}, \frac{5a}{6}$

3. 解: ① 电子的最小动能  $E_{K \min} = \frac{p^2}{2m_e} = \frac{\left( \frac{h}{\lambda} \right)^2}{2m_e} = \frac{\left( \frac{4.135 \times 10^{-15}}{10^{-10}} \right)^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} = 2.41 \times 10^{-15} \text{ J}$

② 光子的最小能量  $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = 1.989 \times 10^{-14} \text{ J}$

③ 选用电子显微镜

4. 解:  $E_k = mc^2 - m_0c^2 = 2m_0c^2,$

则  $mc^2 = m_0c^2 + 2m_0c^2 = 3m_0c^2 \rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 3m_0$

所以  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{3} \rightarrow v = \frac{2}{3} \sqrt{2}c = 2.818 \times 10^8 \text{ m/s}$

则  $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{3m_0v} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{3 \times 9.11 \times 10^{-31} \times 2.818 \times 10^8} \approx 8.6 \times 10^{-13} \text{ m}$

5. 解:  $a = n \frac{\lambda}{2}, n = 1, 2, 3, \dots \rightarrow \lambda = \frac{2a}{n}$

$p = \frac{h}{\lambda} \rightarrow P = \frac{nh}{2a}$

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

$\therefore E = \frac{1}{2m} \left( \frac{nh}{2a} \right)^2 = \frac{h^2}{8ma^2} n^2$