

姓名: _____ 学号: _____ 成绩: _____

《原子物理》测试题 -----第二章

选择题 (9分)

1. 对波函数 ψ 的描述, 下述不正确的是 _____
- A. 波函数是对概率密度的一种描述 B. 波函数是对粒子统计行为的一种描述
 C. 波函数必须是单值、有限、连续的
 D. 由于粒子在整个空间找到的概率为1, 因而波函数的模长不能大于一

2. 一维方势阱中的粒子可以有若干个态, 若阱宽L缓慢减小到L', 则 _____

- A. 每个能级的能量减小 B. 能级数增多
 C. 每个能级的能量不变 D. 相邻能级间的能量差增加

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$$

3. 由于中子的质量比电子大1838倍, 因此 _____ $> d \sin \theta = n \lambda = n \frac{h}{\sqrt{2mE}}$
- A. 中子衍射实验需使其能量比电子大很多倍 B. 中子的穿透深度比电子大 (不等于)
 C. 中子衍射实验需使其能量比电子小很多倍 D. 中子衍射对轻、重原子同样敏感

填空题 (18分)

4. 质量为m的粒子局限于宽度为L的一维无限深方势阱

$$\frac{h^2}{8mL^2}$$

5. 电子的能量为100eV时, 其相应的德布罗意波长为 0.123 nm

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}} = \frac{1239.84 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\sqrt{2 \times 0.511 \times 10^6 \text{ eV} \times 100 \text{ eV}}}$$

6. 量子力学中, x方向运动粒子的位置和动量的不确定关系是 $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$

7. (电子的能量远小于势垒的高度, 但有一定概率穿透势垒) 称为隧道效应。

8. 有了量子力学的基本方程, 对于实际问题, 只要知道粒子所处的 势场V(x) 以及波函数所必须满足的 边界条件, 可以求解量子力学问题。 的求解形式

计算题 (可将答案写在背面)

9. (13分) 对于在一维无限深势阱 (阱宽为a) 中运动的粒子, 其本征态为

$$\psi_n(x) = \begin{cases} 0 & (x < 0, x > a) \\ \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) & (n = 1, 2, 3, \dots; 0 \leq x \leq a) \end{cases}$$

试计算x的平均值? 并证明: 当 $n \rightarrow \infty$ 时, 该量子力学计算结果与经典一致。

提示: 首先根据量子力学中平均值公式求出x的平均值; 对应经典情况, 粒子在势阱中的

任何位置概率都相等, 粒子处在dx区间的概率为dx/a, 则平均值为 $\bar{x} = \int_0^a \frac{x}{a} dx$

$$\langle x \rangle = \int_0^a \frac{2}{a} x \sin^2 \frac{n\pi x}{a} dx = \frac{1}{a} \int_0^a x (1 - \cos \frac{2n\pi x}{a}) dx = \frac{a}{2}$$

10. (10分) 假设光子和电子的波长均为0.4nm, 计算光子的动量和电子的动量之比是多少? 计算光子的动能和电子的动能之比是多少?

光子: $p = \frac{h}{\lambda}$

1:1

$$\frac{hc}{\lambda} = E = \frac{1239.84}{0.4} = 3100 \text{ eV}$$

电子: $p = \frac{h}{\lambda}$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}} \Rightarrow E = \frac{hc}{2\lambda} = 9.4 \text{ eV}$$

> ~ 330

知识链接
 后来又做了质子和中子的衍射实验, 由于它们的质量比电子大很多, 要测这类衍射实验需使它们的能量比电子小很多。加慢化后的热中子能量约为0.025 eV, 相应的波长为0.18 nm, 与X射线相应, 且大多数物质对中子的折射率与对X射线的相应, 所以中子衍射与X射线衍射实验相似, 因而在物质结构分析中也获得了实际应用, 在8.7.1节也有介绍。