

## 河北工业大学 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [B] 卷

科目名称 量子力学 (II) 科目代码 881 共 2 页

适用专业 材料物理与化学、材料学

注: 所有试题答案一律写在答题纸上, 答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一. 简答题 (共 50 分, 1-4 题每题 7 分; 5-6 题每题 11 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。):

1. 什么是全同性原理, 什么是费米子和玻色子?
2. 试述波函数的几率解释和经典波与微观粒子几率波的区别。
3. 电子轨道角动量和自旋角动量有什么区别和联系?
4. 什么是量子力学中的守恒量, 守恒量与定态的区别是什么?
5. 写出坐标算符, 动量算符, 能量算符, 角动量算符和哈密顿量算符。说明什么是算符的对易? 推导  $\hat{L}_x$  分别与  $\hat{x}$ ,  $\hat{p}_y$  的对易关系。
6. 太阳能电池是当前绿色能源研究的热点课题之一, 请回答太阳能电池基于哪一种与量子相关的物理效应? 这一效应的内容是什么? 此效应中不能够用经典理论解释的特点和规律是什么?

二. 证明题 (共 35 分, 第 1 题 15 分, 第 2 题 20 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。):

1. 证明哈密顿算符为厄密算符 (考虑一维情况即可)
2. 粒子处于状态  $\psi(x) = \left(\frac{1}{2\pi\xi^2}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{i}{\hbar}p_0x - \frac{x^2}{4\xi^2}}$  式中  $\xi$  为常数, 试证明测不准关系  $\overline{(\Delta x)^2} \cdot \overline{(\Delta p)^2} = \frac{\hbar^2}{4}$ 。

三. 计算题 (共 35 分, 第 1 题 15 分, 第 2 题 20 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。):

1. 粒子在一维  $\delta$  势阱中的运动  $V(x) = -a\delta(x)$ , ( $a > 0$ ), 求粒子的束缚定态能级与相应的归一化定态波函数。

$$2. \text{ 已知电子的态函数为: } \psi(\vec{r}, s_z) = \begin{pmatrix} \psi_+ \\ \psi_- \end{pmatrix} = R(r) \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{3}{5}}Y_{00} + \frac{1}{\sqrt{10}}Y_{11} + \frac{1}{\sqrt{10}}Y_{1-1} \\ \frac{1}{\sqrt{5}}Y_{10} \end{pmatrix}$$

其中,  $R(r)$  已归一化  $\int_0^\infty R^*(r)R(r)r^2 dr = 1$ , 求:

- (1) 同时测量  $L^2$  为  $2\hbar^2$ ,  $L_z$  为  $\hbar$  的几率。

(2) 电子自旋向上的几率。

(3)  $\hat{L}_z$  和  $\hat{S}_x$  平均值。

(注意：首先要验证波函数是否归一化)

四. 论述推导题 (共 30 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 试述微扰论的基本思想内容。

2. 一维谐振子的哈密顿量为  $\hat{H}^0 = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2$ , 假设它处于基态, 若在加上一个弹力作用

$\hat{H}' = \frac{1}{2} bx^2$ , 请使用微扰论计算  $H'$  对能量的一级修正。

3. 计算出本题中问题 2 的严格解, 通过和微扰论结果比较, 说明微扰论的意义和作用。