

## 河北工业大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [ B ]

科目名称 量子力学 ( I ) 科目代码 402 共 2 页

适用专业 理论物理、生物物理学

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、简述 (共 30 分, 每题 5 分)

- 1、导致量子论产生的物理现象有哪些? 量子的概念是如何引进的?
- 2、叙述态迭加原理
- 3、写出波函数应满足的三个基本条件
- 4、写出厄米算符的定义, 并解释为什么量子力学中的力学量要用厄米算符来表示?
- 5、写出么正变换的两个重要性质。
- 6、写出全同费米子体系的波函数表达式, 由此给出泡利不相容原理。

## 二、(20 分) 一粒子在一维势场

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 \leq x \leq a \\ \infty, & x > a \end{cases}$$

中运动, 求粒子的能级和对应的波函数。

- 三、(20 分) 已知  $\hat{L}$  是轨道角动量算符,  $\hat{L}_+ = \hat{L}_x + i\hat{L}_y$ ,  $\hat{L}_- = \hat{L}_x - i\hat{L}_y$ 。求  $[\hat{L}_+, \hat{L}_-]$ ,  $[\hat{L}_z, \hat{L}_+]$  和  $[\hat{L}_z, \hat{L}_-]$ ; 证明  $\hat{L}_+|lm\rangle$  也是  $\hat{L}^2$  与  $\hat{L}_z$  的共同本征矢量, 并求其本征值。

- 四、(20 分) 设  $t=0$  时, 粒子的状态为  $\psi(x) = A[\sin^2 kx + \frac{1}{2}\cos kx]$ ,

求此时粒子的平均动量和平均动能。

- 五、(30 分) 写出泡利矩阵, 并求出: (1)  $[\hat{\sigma}_x, \hat{\sigma}_y]$ , (2)  $\hat{\sigma}_z$  的本征值, 并求出相应的归一化本征矢; (3)  $\hat{\sigma}_x$  在  $\hat{\sigma}_z$  的两个本征态中的平均值。

- 六、(30 分) 一体系在无微扰时有两条能级, 其中一条是二重简并, 在  $H_0$  表象中



$$H_0 = \begin{pmatrix} E_1^{(0)} & 0 & 0 \\ 0 & E_1^{(0)} & 0 \\ 0 & 0 & E_2^{(0)} \end{pmatrix} \quad E_2^{(0)} > E_1^{(0)}$$

在计及微扰后哈密顿量表示为:  $H = \begin{pmatrix} E_1^{(0)} & 0 & a \\ 0 & E_1^{(0)} & b \\ a^* & b^* & E_2^{(0)} \end{pmatrix}$

- (1) 用微扰论求  $H$  本征值准到二级近似。
- (2) 把  $H$  严格对角化, 求  $H$  的精确本征值。