

# 南京理工大学

## 2010 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 2010011041

考试科目: 量子力学 (满分 150 分)

考生注意: 所有答案 (包括填空题) 按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

一、简答题 (每题 8 分, 共 40 分):

1. 写出五个量子力学基本假定中的两个。
2. 波函数是用来描述什么的? 归一化条件的物理意义? 波函数的标准条件?
3. 不同表象之间的变换是一种什么变换? 在不同表象中不变的量有哪些?
4. 何谓玻色子和费密子? 描写它们波函数具有怎样性质?
5. 叙述泡利不相容原理和全同性原理。

二、计算题 (20 分):

一质量为  $\mu$  的粒子在一维无限深势阱  $u(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a \\ \infty, & x < 0, x > a \end{cases}$  中,

1、求其状态波函数和能级表达式。

2、若粒子受到微扰:  $H'(x) = \begin{cases} \frac{2k}{a}x, & 0 < x < \frac{a}{2} \\ \frac{2k}{a}(a-x), & \frac{a}{2} < x < a \end{cases}$ ,

求基态能量的一级近似值。

$$\text{附公式 } \int x \sin ax dx = \frac{1}{a^2} \sin ax - \frac{1}{a} x \cos ax$$

三、证明下列对易式 (20 分):

$$1、[\hat{L}_z, x] = i\hbar y \quad 2、[\hat{L}_x, \hat{p}_y] = i\hbar \hat{p}_z$$

四、 计算题 (20 分)

求在自旋态  $\chi_{\frac{1}{2}}(S_z)$  中,  $\hat{S}_x$  和  $\hat{S}_y$  的测不准关系:

$$\overline{(\Delta S_x)^2} \overline{(\Delta S_y)^2} = ?$$

五、 计算题 (30 分):

一维谐振子处在基态  $\psi(x) = \left(\frac{\alpha}{\sqrt{\pi}}\right)^{1/2} e^{-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2}$ , 求:

1、势能的平均值  $\overline{U} = \frac{1}{2} \mu \omega^2 \overline{x^2}$ ;

2、动能的平均值  $\overline{T} = \frac{1}{2\mu} \overline{p^2}$ ;

3、动量的几率分布函数。

附公式:  $\int_0^\infty x^{2n} e^{-ax^2} dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2^{n+1} a^n} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$

六、 计算题 (20 分):

设一体系未受微扰作用时只有两个非简并能级  $E_1^{(0)}$  和  $E_2^{(0)}$ , 现在受到微扰  $\hat{H}'$  的

作用, 体系的哈密顿算符为  $H = \begin{pmatrix} E_1^{(0)} + b & a \\ a & E_2^{(0)} + b \end{pmatrix}$

其中 a, b 为常数, 求:

- 1、用微扰法求能量至二级近似和波函数一级近似;
- 2、用直接的方法求能量算符的本征值;
- 3、将能量本征值与微扰法得到的能量二级近似值进行比较。