

# 常州大学

## 2011 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 670 科目名称: 量子力学 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

### 一、简答题 (共 5 题, 每题 10 分, 共计 50 分)

1. 黑体辐射、光电效应和康普顿散射这三个实验说明了什么问题?
2. 请阐述量子力学中的态迭加原理。
3. 量子力学中表示力学量的算符是什么算符? 有哪三个性质。
4. 由所有的电子和光子组成的全同粒子体系分别是费密子还是玻色子? 他们各有什么特点。
5. 请说明什么是全同粒子? 什么是全同性原理? 以及描写全同粒子体系状态的波函数有什么性质。

### 二、证明题 (共 3 题, 每题 5 分, 共计 15 分)

1.  $[\hat{y}, \hat{L}_z] = i\hbar \hat{x}$
2.  $[\hat{L}_z, \hat{L}_x] = i\hbar \hat{L}_y$
3.  $[\hat{p}_x, \hat{L}_x] = 0$

### 三、计算题 (共 6 题, 共计 85 分)

1. (本题 10 分) 电子的能量分别为 4 eV 和  $3 \times 10^{-19} J$  时, 求其德布罗意波长。

2. (本题 20 分) 一粒子在一维势场  $u(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 \leq x \leq a \\ \infty, & x > a \end{cases}$  ( $a > 0$ ) 中运动,

求: (1) 粒子的能级和归一化波函数;  
(2) 几率流密度。

3. (本题 20 分) 已知粒子的波函数为  $\psi(r, \theta, \varphi) = N \exp(-\frac{r}{a_0})$ ,

求: (1) 归一化常数 N;  
(2) r 的平均值;

(3) 势能  $-\frac{e^2}{r}$  的平均值;

(4) 最可几的半径。

4. (本题 10 分) 设一体系未受微扰作用时只有三个能级:  $E_{01}$ ,  $E_{02}$ , 和  $E_{03}$ , 现在受到

微扰  $\hat{H}' = \begin{pmatrix} a & d & e \\ d & b & f \\ e & f & c \end{pmatrix}$  (各矩阵元都是实数) 的作用, 用微扰公式分别求三个能级的二

级近似能量。

5. (本题 10 分) 求在自旋态  $\chi_{\frac{1}{2}}(S_z)$  中, 算符  $\hat{S}_x$  和  $\hat{S}_y$  之间的测不准关系:

$$\overline{(\Delta \hat{S}_x)^2} \cdot \overline{(\Delta \hat{S}_y)^2} = .$$

6. (本题 15 分) 已知在  $\hat{L}^2$  和  $\hat{L}_z$  的共同表象中, 算符  $\hat{L}_x$  的矩阵元为  $\hat{L}_x = \frac{\sqrt{2}\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ ,

求其本征值和本征波函数, 并将矩阵  $\hat{L}_x$  对角化。