

# 聊城大学

## 2008 年硕士研究生入学考试初试试题

学科专业名称: 凝聚态物理 量子力学 光学

考试科目名称: 量子力学 凝聚态物理、光学

(B)卷

注意事项: 1、本试题共 六 道大题 (共 个小题), 满分 150 分。

2、本卷为试题, 答题另有答题纸。答案一律写在答题纸上, 写在该试题纸上或草稿纸上无效。要注意试卷清洁, 不要在试卷上涂划。

3、答题必须用蓝、黑钢笔或圆珠笔书写, 其它均无效。

4、特殊要求携带的用具请注明, 没有特殊要求填“无”。

无

一、(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。

二、(20 分) 设已知在  $\hat{L}^2$  和  $\hat{L}_z$  的共同表象中, 算符  $\hat{L}_x$  的矩阵表示为

$$L_x = \frac{\hbar\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

求它的本征值和归一化的本征函数。

三、(25 分)  $t=0$  时氢原子处于状态

$$\psi(r, s_z, 0) = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} R_{10}(r) Y_{00}(\theta, \varphi) + \frac{\sqrt{2}}{4} R_{21}(r) Y_{11}(\theta, \varphi) \\ \frac{1}{2} R_{21}(r) Y_{10}(\theta, \varphi) + \frac{3}{4} R_{21}(r) Y_{1-1}(\theta, \varphi) \end{pmatrix}$$

忽略自旋—轨道相互作用,

1、求氢原子能量、轨道角动量平方、轨道角动量  $Z$  分量及自旋角动量  $Z$  分量的可能值、相应的几率和平均值；

2、写出  $t$  时刻的波函数。

四、证明题（每小题 15 分，共 30 分）

1、厄米算符的本征值是实数。

2、设算符  $\hat{A}$  与  $\hat{B}$  同它们的对易关系式  $[\hat{A}, \hat{B}]$  都对易，证明  $[\hat{A}, \hat{B}^n] = n\hat{B}^{n-1}[\hat{A}, \hat{B}]$

五、(25 分) 一电荷为  $e$  的线性谐振子受到恒定弱电场的  $E$  的作用，电场沿正  $x$  方向。用微扰法求体系的能量至二级近似，波函数至一级近似。

六、(30 分) 电子在均匀磁场  $\vec{B} = B\vec{i}$  中运动，相互作用势为  $\hat{H} = \frac{eB}{\mu c} \hat{S}_x$ ，不考虑电子的

空间运动。已知  $t = 0$  时电子处在  $s_z = \hbar/2$  的态上，

1、求任意  $t$  时刻电子的波函数  $\psi(s_z, t)$ ；

2、求  $t$  时刻自旋分量的平均值  $\bar{s}_x, \bar{s}_y, \bar{s}_z$ 。