

# 南京航空航天大学

## 2016 年硕士研究生招生考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 618

满分: 150 分

科目名称: 量子力学

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!

说明: 共 6 道大题, 无选择题、填空题, 满分 150。

### 一、简答题(20 分, 每题 10 分)

①什么是束缚态? 它有何特性? 束缚态是否必为定态? 定态是否必为束缚态? 举例说明。

②球形对称势场中, 角动量本征函数是否可以非球对称? 概率密度呢?

二、给定 $(\theta, \varphi)$ 方向的单位矢量 $\bar{n}=(n_x, n_y, n_z)=(\sin\theta\cos\varphi, \sin\theta\sin\varphi, \cos\theta)$ 以及泡利矩阵 $\bar{\sigma}=(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ , 求 $\sigma_n = \bar{\sigma} \cdot \bar{n}$ 的本征值和本征函数。(20 分)

三、一个质量为  $m$  的粒子在下面的无限深方势阱  $V(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a \\ \infty, & \text{others} \end{cases}$  中运动,

开始时( $t=0$ ), 系统处于状态  $\psi(x) = A \sin(\pi x/2a) \cos^3(\pi x/2a)$ , 其中  $A$  为常数。求出  $t$  时刻系统: (30 分)

①处于基态的几率; ②能量平均值; ③动量平均值; ④动量均方差根。

四、求电子氢原子基态时  $\langle r \rangle$ 、和  $\langle r^2 \rangle$ 。

(氢原子基态为  $\psi_{100}(r, \theta, \varphi) = e^{-r/a} / \sqrt{\pi a^3}$ ) (20 分)

五、设有哈密顿量  $\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 + \sqrt{2m\hbar\omega^3} x$ , 求:

①  $H$  的能谱;

②  $H$  的基态和第一激发态的归一化波函数;

③ 估计基态处于区间  $[0, \sqrt{\hbar/m\omega}]$  几率。(30 分)

六、考虑一个二维谐振子(取自然单位)  $H = (p_x^2 + p_y^2 + x^2 + y^2)/2$ 。已知其最低三

个能量本征态为  $\psi_{00} = \sqrt{1/\pi} e^{-(x^2+y^2)/2}$ ,  $\psi_{10} = \sqrt{2/\pi} x e^{-(x^2+y^2)/2}$ ,  $\psi_{01} = \sqrt{2/\pi} y e^{-(x^2+y^2)/2}$ 。

设有一微扰  $V(x,y) = \varepsilon xy (x^2 + y^2)$  这里  $(\varepsilon \ll 1)$ , 试对上述态计算由  $V(x,y)$  引起的能量一级微扰修正。(30 分)