

南京航空航天大学

2012 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 618 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 (本题 30 分, 每小题 15 分)

- ①光电效应哪些现象是经典理论不能解释的?
- ②举一个实验说明微观粒子具有波粒二象性。

二、(本题 30 分, 每小题 15 分)

- ① 写出氢原子的束缚态能级 E_n 、所有量子数以及这些量子数取值范围, 并求能级 E_n 简并度;
- ②若氢原子处于状态 $\psi(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{2} R_{2,1}(r) Y_{1,0}(\theta, \varphi) - \frac{\sqrt{3}}{2} R_{2,1}(r) Y_{1,-1}(\theta, \varphi)$, 问上述量子数, 那些有确定值? 那些没有? 有确定值的给出其数值; 没有确定值的给出其可能值以及出现几率, 并求对应物理量平均值。

三、(本题 30 分)

一维谐振子的哈密顿量为 $H_0 = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2$, 假设它处于基态, 若在加上一个弹力作用 $H' = \frac{1}{2} bx^2$, 使用微扰论计算 H' 对能量的一级修正, 并与严格解比较。

四、(本题 30 分, 每小题 15 分) 如果算符 $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{\beta}$ 满足关系式 $\hat{\alpha}\hat{\beta} - \hat{\beta}\hat{\alpha} = 1$, 求证:

$$\textcircled{1} \hat{\alpha}\hat{\beta}^2 - \hat{\beta}^2\hat{\alpha} = 2\hat{\beta} \quad \textcircled{2} \hat{\alpha}\hat{\beta}^3 - \hat{\beta}^3\hat{\alpha} = 3\hat{\beta}^2$$

五、(本题 30 分, 每小题 15 分)

一个质量为 m 的粒子被限制在 $0 \leq x \leq a$ 的一维无限深势阱中, 初始时刻其归一化

波函数为 $\psi(x, 0) = \sqrt{\frac{8}{5a}} \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a} \right) \sin \frac{\pi x}{a}$, 求:

- ① $t > 0$ 时粒子的状态波函数;
- ②在 $t = 0$ 与 $t > 0$ 时在势阱的左半部发现粒子的概率是多少。