

2001 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 量子力学

第 1 页 共 1 页

请写出: 1、考生须携带的有关用具:

2、对考生的具体要求:

一、简答及简单计算题 (25 分)

- (3 分) $ax + \hat{p}_x$ 是否为厄密算符(a 为实数, x 、 \hat{p}_x 分别为坐标和动量算符)?
- (3 分) 已知电子间无相互作用的二电子系统的自旋波函数是对称的, 则波函数的空间部分必须如何?
- (3 分) 写出电子自旋分量 S_x 的可能值, 分别写出在自身表象和 Pauli 表象(\hat{S}_z 表象)中 \hat{S}_x 的表达式。
- (4 分) 设力学量 F 的本征值方程为 $F\varphi_n = F_n\varphi_n$, 系统处于状态 $\Psi(x, y, z, t)$, 则测量力学量 F 得到结果为 F_n 的概率为多少?
- (4 分) 设 $\hat{S}_\pm = \hat{S}_x \pm i\hat{S}_y$, 计算 $[\hat{S}_z, \hat{S}_\pm]$
- (8 分) 证明厄米算符的属于不同本征值的本征函数相互正交。

二、(15 分) 质量为 m 的粒子在宽度为 a 的一维无限深方势阱中运动。 $t=0$ 时刻的状态

$$\psi(x) = \frac{4}{\sqrt{a}} \sin \frac{\pi x}{a} \cos^2 \frac{\pi x}{a}$$

- 计算能量和动量的概率分布及平均值。
- 写出 t 时刻的状态函数。

三、(20 分) 粒子被限制在矩形匣子中运动: 在 $0 < x < a$, $0 < y < b$, $0 < z < c$ 区域内势能为零; 在其它区域, 势能为无穷大。试计算粒子的定态能量和波函数。

四、(10 分) 求一维线性谐振子的坐标在能量表象中的矩阵表示。

五、(10 分) 一电荷为 e 的线性谐振子受恒定弱电场 ε 的作用, 设电场沿 x 方向。用微扰法求能量至二级修正。(m 和 ω 为已知。可利用上题结果。)

六、(10 分) 设氢原子的状态是

$$\psi = \begin{pmatrix} \psi_{211} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}}\psi_{210} \end{pmatrix}$$

其中 ψ_{nlm} 为氢原子不计自旋时的归一化定态波函数。

- 求轨道角动量的 z 分量和自旋角动量的 z 分量的平均值。
- 求总磁矩

$$\hat{M} = -\frac{e}{2m}\hat{L} - \frac{e}{m}\hat{S}$$

的 z 分量的平均值。七、(10 分) 一体系由三个全同的玻色子组成, 玻色子之间无相互作用。玻色子只有两个可能的单粒子态 φ_1 、 φ_2 。问体系可能的状态有几个? 它们怎样用单粒子波函数构成?