

四川大学

8

2002年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：量子力学

科目代码：537#

理论物理、粒子物理与原子核物理

适用专业：核技术及应用

(试题共 2 页)

(答案必须写在试卷上, 写在试题上不给分)

一(40分) 简要回答下列问题

1. 解释 a). 几率波 b). 原子光谱的精细结构 c). 全同性原理

2. 如果 \hat{A} , \hat{B} , \hat{C} 均为厄米算符, 下列算符是否也为厄米算符

a). $\frac{1}{2}\hat{A}^3$ b). $\frac{1}{2}(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A})$ c). $\frac{1}{2}(\hat{A}\hat{B} - i\hat{B}\hat{A})$

3. 设 $\psi = \frac{1}{\sqrt{V}} e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}}$, 试写出其几率密度和几率流密度

4. 粒子处于 $V(x) = \frac{1}{2}\mu\omega^2 x^2$ 的一维谐振子势中, 试写出其坐标表象和动量表象的定态薛定谔方程

5. 如果 $[\hat{A}, \hat{H}] = [\hat{B}, \hat{H}] = 0$ 但 $[\hat{A}, \hat{B}] \neq 0$

试证明 \hat{H} 的本征值必有简并

二. (20分)

粒子处于宽度 $0 \leq x \leq a$ 的一维无限深势阱中, 初始时刻粒子的状态 $\psi(0) = \frac{1}{\sqrt{3}}\varphi_1 + \sqrt{3}\varphi_3$, 其中 φ_n 为能量本征态的本征态 ($n=1, 2, 3, \dots$)

试求: a). 测量粒子能量的可能值和平均值

第 1 页

题 (

b). $\psi(t) = ?$

c). 假设初始时刻粒子处于基态 ψ_1 , 势阱宽度突然扩大为 $2a$. 试求粒子仍然处于基态的几率

三. (15分)

已知体系 $\hat{H} = \begin{pmatrix} E^{(0)} & -2ib \\ 2ib & E^{(0)} \end{pmatrix}$ 其中 $|2ib| \ll E^{(0)}$

a). 用微扰法求能量的一级修正和零级波函数

b). 求变换矩阵将 \hat{H} 对角化

四. (15分)

自旋为 $\frac{1}{2}$ 的中性粒子, 磁矩为 $\mu = g \frac{e}{2mc} S$, 在 y 方向的均匀磁场 $B = (0, B, 0)$ 中运动, 不管其空间运动其哈密顿量为 $\hat{H} = -\mu \cdot B$. $t=0$ 时刻, 粒子沿 z 轴的反向运动 (即处于 $S_z = -\frac{1}{2}\hbar$ 的状态)

试计算 $t>0$ 时刻测量 S_z 的可能值及其几率

五. (10分)

设: S , L 和 J 是电子的自旋角动量, 轨道角动量和总角动量

a). 写出 $L \cdot S$ 和 $J \cdot S$ 的本征值表达式

b). 证明在自旋单态, $S \cdot L$ 对能级无贡献