

西南大学

2010年攻读硕士学位研究生入学考试试题

学科、专业: 理论物理
研究方向: 所有方向
试题名称: 凝聚态物理
《量子力学》
试题编号: 827

(答题一律做在答题纸上, 并注明题目番号, 否则答题无效)

- (20分) 设 \hat{A} 和 \hat{B} 是厄米算符, 证明 $\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A}$ 是厄米算符, 而 $\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$ 不是厄米算符。
- (20分) 设 $\hat{C} = \hat{A}\hat{B}$, $[\hat{A}, \hat{B}] = \hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A} = 1$, \hat{C} 的本征方程为 $\hat{C}\psi = \lambda\psi$, 即 ψ 是 \hat{C} 的本征值为 λ 的本征方程, 证明 $\phi_1 = \hat{A}\psi$ 和 $\phi_2 = \hat{B}\psi$ 也是 \hat{C} 的本征值分别为 $\lambda - 1$ 和 $\lambda + 1$ 的本征函数。
- (20分) 一粒子处于 $\Psi(\theta, \varphi) = c_1 Y_{1,1}(\theta, \varphi) + c_2 Y_{2,0}(\theta, \varphi)$ 态, 求角动量的平方 \bar{L}^2 及其 Z 分量 L_z 的可能值和平均值。
- (20分) 粒子在无限深势阱

$$V(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a \\ \infty, & x \leq 0, x \geq a \end{cases}$$
 中运动, 求粒子的能量和波函数。

5. (25分) 粒子限制于边长为 a 的方框中的运动, 求: (a) 能级和相应的归一化波函数, 并讨论能级的简并度; (b) 加上微扰 λxy 后, 求基态和第一激发态的一级微扰修正。

6. (20分) 考虑在无限深势阱 ($0 < x < a$) 中运动的两电子体系, 若忽略两电子间的一切相互作用, 写出体系基态和第一激发态的波函数。

7. (25分) 有一定域电子 (不考虑电子的轨道运动) 处于沿 x 方向的均匀磁场 B 中, 电子内禀磁矩与外磁场的的作用能为

$$\hat{H} = -\vec{\mu}_s \cdot \vec{B} = \frac{eB}{m} \hat{S}_x = \frac{eB}{2m} \hat{\sigma}_x = \hbar\omega_L \hat{\sigma}_x,$$

其中 ω_L 是所谓拉莫尔进动频率。设自旋算符的 z 分量 \hat{S}_z 的本征值为 $\pm \frac{\hbar}{2}$ 的本

征态 χ_{\pm} 分别称为自旋向上态和自旋向下态, 现设在 $t=0$ 时刻电子处于自旋

向上态 χ_+ , 求 $t > 0$ 时刻电子跃迁到自旋向下态 χ_- 的概率。