

2005 年上海理工大学硕士研究生入学考试试题

考试科目: 量子力学 准考证号: 得分:

一、简答题 (40 分)

1. 微观粒子的状态可以用波函数来描述, 试写出它的物理意义。(10 分)
2. 经典力学在解释氢原子光谱时遇到了不可克服的困难, 波尔是如何解决这个问题的, 但波尔理论应用到简单程度仅次于氢原子的氦原子时, 结果又如实验不符, 这又是为什么?(10 分)
3. 量子力学归纳起来建立在五条基本假设之上, 试写出其中的两条, 并简要说明一下。(10 分)
4. 什么是全同粒子, 费密子, 波色子。(10 分)

二、计算题 (110 分)

1. 设粒子限制在矩形匣子中运动, 即:

$$V(x, y, z) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a, \quad 0 < y < b, \quad 0 < z < c \\ \infty, & \text{其余区域} \end{cases}$$

求粒子的能量本征值和本征函数, 如 $a = b = c$, 讨论能级简并度。(20 分)

2. 处于 $\psi = C_1 Y_{11} + C_2 Y_{20}$ 状态 (已归一化), 求:

(a) L_z 的可能测值及平均值

(b) L^2 的可能测值及相应的概率

(c) L_x 的可能测值及相应的概率

(20 分)

3. 如果 \hat{L}_1, \hat{L}_2 是厄米算符, 证明它们的和 $\hat{L}_1 + \hat{L}_2$ 也是厄米的, 若 \hat{L}_1 和 \hat{L}_2 可对易, 则 $\hat{L}_1 \hat{L}_2$ 也是厄米的。(20 分)

4. 三维谐振子, 能量算符为 $H_0 = \frac{\bar{p}^2}{2m} + \frac{1}{2} m \omega^2 (x^2 + y^2 + z^2)$ 试写出能级和能量本征函数,

如这振子又受到微扰 $H' = \frac{\lambda}{2} m \omega^2 xy$, $|\lambda| \ll 1$ 的作用, 求最低的两个能级的微扰修正。

(25 分)

5. 求自旋角动量 $(\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma)$ 方向的投影

$$\hat{S}_n = \hat{S}_x \cos \alpha + \hat{S}_y \cos \beta + \hat{S}_z \cos \gamma$$

的本征值和所属的本征函数。

(25 分)