

青岛大学 2011 年硕士研究生入学考试试题

科目代码: 815 科目名称: 量子力学 (共 2 页)

请考生写明题号, 将答案全部答在答题纸上, 答在试卷上无效

一、简答题 (每小题 6 分, 共 30 分)

1. 微观粒子的状态用什么来描述, 其物理意义是什么?
2. 力学量算符与力学量之间的关系。
3. 什么是粒子的全同性原理?
4. 分别说明什么样的状态是束缚态、简并态和定态?
5. 什么是费米子, 什么是波色子, 各具有什么性质?

二、(第 1 小题 20 分, 第 2 小题 10 分, 第 3 小题 10, 共 40 分)

质量为 m 的一个粒子在边长为 a 的立方盒子中运动, 粒子所受势能 $V(x, y, z)$

由下式给出: $V(x, y, z) = \begin{cases} 0, x \in (0, a); y \in (0, a); z \in (0, a) \\ \infty, \text{others} \end{cases}$;

- (1) 列出定态薛定谔方程, 并求系统能量本征值和归一化波函数;
- (2) 假设有两个电子在立方盒子中运动, 不考虑电子间相互作用, 系统基态能是多少? 并写出归一化系统基态波函数 (提示: 电子自旋为 $\frac{1}{2}$, 是费米子);
- (3) 假设有两个玻色子在立方盒子中运动, 不考虑玻色子间相互作用, 系统基态能是多少? 并写出归一化系统基态波函数;

三、证明题 (第 1 小题 15 分, 第 2 小题 15 分, 共 30 分)

1. 证明在当体系处于状态 Y_{lm} 状态时, $\overline{l_x} = \overline{l_y} = 0$;
2. 设 $\hat{K} = \hat{L}\hat{M}, \hat{L}\hat{M} - \hat{M}\hat{L} = 1, \varphi$ 为 \hat{K} 的本征矢, 即 $\hat{K}\varphi = \lambda\varphi, \lambda$ 为本征值, 试证明 $\mu \equiv \hat{L}\varphi, \nu \equiv \hat{M}\varphi$ 也是 K 的本征矢, 相应的本征值分别为 $\lambda - 1, \lambda + 1$.

四、(20 分)

设在 H^0 表象中 $H = \begin{bmatrix} E_1^{(0)} + a & b \\ b & E_2^{(0)} + a \end{bmatrix}$ (a, b 为实数), 用微扰论求能量修正量

到二级修正。

五、(30 分)

设已知在 \hat{L}^2 和 \hat{L}_z 的共同表象中, 算符 \hat{L}_x 和 \hat{L}_y 的矩阵分别为

$$L_x = \frac{\eta}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad L_y = \frac{\sqrt{2}\eta}{2} \begin{pmatrix} 0 & -i & 0 \\ i & 0 & -i \\ 0 & i & 0 \end{pmatrix}$$

求它们的本征值和归一化的本征函数。最后将矩阵 L_x 和 L_y 对角化。

