

桂林理工大学 2019 年硕士研究生入学考试试题 (A 卷)

考试科目代码: 613

考试科目名称: 量子力学

(总分 150 分, 三小时答完)

考生注意: 1. 请将答题写在答卷纸上, 写在试卷上视为无效。

2. 考试无需带其它的用具。

一、简答题 (每小题 7 分, 共 49 分)

1. 质量 m 、能量 E 的非相对论粒子在常势场 U_0 中运动, 求粒子的波矢 k 。
2. 简述态叠加原理。
3. 设 ψ_1 和 ψ_2 是厄米算符 \hat{F} 二重简并的本征函数: $\hat{F}\psi_m = \lambda\psi_m$, $m=1,2$, 将它们正交归一化。
4. 证明: $[\hat{x}, \hat{p}_x] = i\hbar$ 。
5. 在动量 \hat{p}_x 表象中, 求态 $\psi(x) = \delta(x - x_0)$ 的表示。
6. 证明: $\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_z + \hat{\sigma}_z \hat{\sigma}_x = 0$, 其中 $\hat{\sigma}_x$ 和 $\hat{\sigma}_z$ 是 Pauli 算符。
7. 简述简单 Zeeman 效应。

二、计算题 (5 个题, 共 101 分)

1. 转子的转动惯量为 I , 其 Hamilton 量是 $\hat{H} = \frac{\hat{L}^2}{2I}$, \hat{L} 为角动量, 求在下列情况下转子的能量和波函数:

(1) 绕固定轴转动; (11 分)

(2) 绕固定点转动。(10 分)

2. 设氢原子处于态 $\psi_{nlm}(r, \theta, \varphi) = \begin{pmatrix} 3R_{21}(r)Y_{11}(\theta, \varphi) \\ 4R_{21}(r)Y_{1-1}(\theta, \varphi) \end{pmatrix}$, 求磁矩 $\hat{M} = -\frac{e}{2m}\hat{L} - \frac{e}{m}\hat{S}$ 的 z 分量的期望值 $\langle \hat{M}_z \rangle$ 。

(20 分)

3. 已知在 $\hat{\sigma}_z$ 表象中 $\hat{\sigma}_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, 求在 $\hat{\sigma}_y$ 表象中 $\hat{\sigma}_x$ 的矩阵形式。(20 分)

4. 转动惯量为 I 、电偶极矩为 \vec{D} 的空间转子, 处在弱匀强电场 $E\vec{k}$ 中, 用微扰法求转子基态能量的一级和

二级近似 (已知 $Y_{00}(\theta, \varphi) = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}$ 和 $Y_{10}(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos\theta$)。(20 分)

5. 由 3 个 Boson 组成的全同粒子系, 粒子间无相互作用、且只有 2 个单粒子态 α 和 β (均已归一化), 求该体系可能的归一化态函数。(20 分)