

南京理工大学

2018 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 843 科目名称: 量子力学 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸需随答题纸一起装入试题袋中交回!

一 简答题 (每题 5 分, 共 50 分)

- (1) 普朗克量子假说是基于什么实验提出的? 假说的内容是什么?
- (2) 写出波恩对波函数 $|\Psi(x, y, z, t)|^2$ 的统计解释。
- (3) 归一化条件 $\int_{\infty} |\Psi(\vec{r}, t)|^2 dx dy dz = 1$ 的物理意义?
- (4) 什么是定态? 定态波函数有怎样的形式? 写出一维定态薛定谔方程。
- (5) 什么是费米子? 费米子波函数有什么特点?
- (6) 简述从力学量的经典表达式得出量子力学中表示该力学量算符的规则。
- (7) 简述态叠加原理。
- (8) 简述全同性原理。
- (9) 物理上可观测测量对应什么样的算符? 为什么?
- (10) 写出一维线性谐振子的能量本征值? 基态能量是多少?

二 证明题 (10 分)

若厄密算符 \hat{F} 的本征值方程为 $\hat{F}\psi = \lambda\psi$, 证明属于不同本征值 λ_k, λ_l 的本征函数 ψ_k, ψ_l 彼此正交。

三 计算题 (15 分)

一体系有三个全同的玻色子组成, 玻色子之间无相互作用, 玻色子只有两个可能的单粒子态 $\phi_1(x), \phi_2(x)$, 问体系可能的状态有几个? 它们的波函数怎样用单粒子波函数构成?

四 计算题 (15 分)

一粒子在一维势场 $U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 \leq x \leq a \\ \infty, & x > a \end{cases}$ 中运动, 求粒子的能级和对应的波函数。

五 计算题 (15 分)

已知一维运动的粒子波函数为 $\psi(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ Axe^{-\lambda x}, & x \geq 0 \end{cases}$ 式中 $\lambda > 0$, 求 (1) 归一化常数 A ; (2) 该粒子位置坐标概率分布函数; (3) 在何处找到粒子的概率最大。

参考积分公式: $\int_0^{\infty} e^{-\alpha x} x^n dx = \frac{n!}{\alpha^{n+1}}$

六 计算题 (15 分)

二维空间哈密顿算符 \hat{H} 在能量表象中的矩阵表示为 $H = \begin{pmatrix} E_1^{(0)} & a \\ a & E_2^{(0)} \end{pmatrix}$, 其中微扰

矩阵元 a 为实数。

- (1) 用微扰公式求能量至二级修正;
- (2) 求能量精确解。

七 计算题 (10 分)

设氢原子处于状态 $\psi(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{2} R_{21}(r) Y_{10}(\theta, \varphi) - \frac{\sqrt{3}}{2} R_{21}(r) Y_{1-1}(\theta, \varphi)$

求氢原子能量、角动量平方及角动量 Z 分量的可能值, 这些可能值出现的几率和这些力学量的平均值。

八 计算题 (20 分)

已知在 \hat{L}^2 和 \hat{L}_z 的共同表象中, 算符 \hat{L}_x 的矩阵为

$$L_x = \frac{\hbar\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \text{ 求它的本征值和归一化本征函数。}$$