

绍兴文理学院 2020 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

报考专业: 理论物理、原子与分子物理、凝聚态物理 考试科目: 量子力学
科目代码: 661

注意事项: 本试题的答案必须写在规定的答题纸上, 写在试题上不给分。

一、简答题 (每小题 10 分, 共 50 分)

1. 写出波粒二象性的德布罗意公式。
2. 什么样的状态是定态?
3. 全同费米子的波函数具有什么特点?
4. 简述坐标和动量的测不准关系的主要内容。
5. 为什么量子力学的力学量算符是厄密算符?

二、证明题 (每小题 10 分, 共 20 分)

1. 证明 $[\hat{L}_x, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{L}_z$ 。
2. 设算符 \hat{a} 具有性质 $\hat{a}^2 = 0$, $\{\hat{a}, \hat{a}^+\} = 1$, 定义算符 $\hat{N} \equiv \hat{a}^+\hat{a}$, 证明 $\hat{N}^2 = \hat{N}$ 。

三、计算题 (每小题 20 分, 共 80 分)

1. 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。

2. 一维运动粒子的状态是

$$\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

其中 $\lambda > 0$, 求

(1) 粒子动量的概率分布函数; (15 分)

(2) 粒子动量的期望值。 (5 分)

3. 设一体系未受微扰作用时只有两个能级 E_{01}, E_{02} 。现在受到微扰 \hat{H}' 的作用, 微扰矩阵元为 $H'_{12} = H'_{21} = a, H'_{11} = H'_{22} = b, a, b$ 都是实数。用微扰公式求能量至二级修正值。

4. 求电子自旋角动量算符 $\hat{S}_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \hat{S}_y = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$ 的本征值和所属的本征函数。