

河北工业大学 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A] 卷

科目名称 量子力学(I)

科目代码 811 共 2 页

适用专业 理论物理、生物物理学

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、填空题（共 30 分，每空 3 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、导致量子论产生的实验现象主要有（ ）、（ ）、固体低温比热等。
- 2、单粒子薛定谔方程为（ ）。
- 3、微观粒子全同性原理指的是（ ）。
- 4、费米子指的是（ ）；玻色子指的是（ ）。
- 5、线性谐振子能级的表达式（ ）；写出一维线性谐振子的定态薛定谔方程（ ）。
- 6、写出力学量 F 在归一化波函数 $\psi(\vec{r})$ 描述的状态中的平均值的积分表达式（ ）；
若 $\psi(\vec{r})$ 为非归一化波函数，则这一平均值为（ ）。

二、简答题（共 60 分，每题 10 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、什么是波函数的几率解释？写出波函数应满足的三个基本条件，并举例说明在什么情况下量子系统具有分立能级。（10 分）
- 2、写出厄米算符的定义，并解释为什么量子力学中的力学量要用厄米算符来表示。（10 分）
- 3、说明量子力学中么正变换的两个重要性质。（10 分）
- 4、自旋角动量与其它力学量的根本差别是什么？（10 分）
- 5、什么是束缚态？它有何特征？束缚态是否必为定态？定态是否必为束缚态？试举例说明。（10 分）
- 6、简述定态微扰论的基本步骤。（10 分）

三、（15 分）证明厄米算符的本征值是实数。并验证坐标算符 \hat{x} 和动量算符 $\hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ 都是厄米算符。

四、（15 分）一体系由两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。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？

若体系由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。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？

五、（15 分）已知 $[\hat{x}, \hat{p}_x] = i\hbar$, $[\hat{y}, \hat{p}_y] = i\hbar$, $[\hat{z}, \hat{p}_z] = i\hbar$, $[\hat{x}, \hat{p}_y] = 0$, $[\hat{x}, \hat{p}_z] = 0$, $[\hat{y}, \hat{p}_z] = 0$,

$[\hat{y}, \hat{p}_x] = 0$, $[\hat{z}, \hat{p}_x] = 0$, $[\hat{z}, \hat{p}_y] = 0$ 等等，且 $\hat{L} = \hat{r} \times \hat{P} = -i\hbar \vec{r} \times \nabla$

求 $\hat{L}_x \hat{P}_x - \hat{P}_x \hat{L}_x = ?$

$$\hat{L}_y \hat{P}_x - \hat{P}_x \hat{L}_y = ?$$

$$\hat{L}_x \hat{x} - \hat{x} \hat{L}_x = ?$$

六、(15 分) 设已知在 \hat{L}^2 和 \hat{L}_z 的共同表象中, \hat{L}_x 算符的矩阵分别为

$$L_x = \frac{\hbar}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{\hbar}{\sqrt{2}} & 0 \\ \frac{\hbar}{\sqrt{2}} & 0 & \frac{\hbar}{\sqrt{2}} \\ 0 & \frac{\hbar}{\sqrt{2}} & 0 \end{pmatrix}$$

求 L_x 的本征值; 求 L_x 属于各个本征值的归一化的本征函数。