

河北工业大学 2010 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 (II) 科目代码 881 共 2 页

适用专业、领域 材料物理与化学、材料学

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、简答题（共 50 分，每题 10 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）：

1. 下列实验哪些表明了辐射场的粒子性？哪些实验主要证明能量交换的量子性？哪些实验表明物质粒子的波动性？简述理由。
(1) 光电效应；(2) 黑体辐射谱；(3) Franck-Hertz 实验；(4) Davisson-Germer 实验；(5) Compton 散射。
2. 试述波函数的几率解释和经典波与微观粒子几率波的区别。
3. 在 Na 光谱中主线系的第一条谱线（钠黄线）是由 3p-3s 之间的电子跃迁产生的，但仔细观察可以发现，这条谱线实际上由靠得很近的两条谱线组成。请利用初等量子力学中的一个基本假设来解释这一现象，并简述量子力学中这一假设内容。
4. 什么是量子力学的基本对易关系，什么条件下两个算符对易？并说明两个算符对易的充要条件。
5. 不同表象之间的变换是一种什么变换？在不同表象中不变的量有哪些？

二、证明题（共 35 分，第 1 题 15 分，第 2 题 20 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）：

1. 对一维定态问题，薛定谔方程为

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{d^2}{dx^2} + V(x) \right] \psi(x) = E\psi(x)$$

证明：当 $V(x) = V(-x)$ 时，如无简并，方程的解有确定的宇称。

2. 由任意一对以归一化的共轭右矢和左矢构成的投影算符 $\hat{P} = |\Psi\rangle\langle\Psi|$,

试证明：(1) \hat{P} 是厄密算符；(2) 有 $\hat{P}^2 = \hat{P}$ ；(3) \hat{P} 的本征值为 0 和 1。

三、计算题（共 35 分，第 1 题 15 分，第 2 题 20 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）：

1. 下列函数哪些是算符 $\frac{d^2}{dx^2}$ 的本征函数，对应的本征值是什么？

① x^2 , ② e^x , ③ $\sin x$, ④ $3 \cos x$, ⑤ $\sin x + \cos x$

2. 求在动表象中角动量 L_x 的矩阵元和 L_y^2 的矩阵元。

四. 论述推导题 (共 30 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。):

试述薛定谔方程建立的依据? 按上述依据, 以自由单粒子体系为例, 建立其薛定谔方程。总结建立任意体系的薛定谔方程的一般方法。