

2007年硕士学位研究生入学统一考试试题

量子力学 A 卷

考生须知:

1. 本试卷满分为 150 分, 全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

一、(30 分) 在一维无限深方势阱 ($0 < x < a$) 中运动的粒子受到微扰

$$H'(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a/3, & 2a/3 < x < a \\ -V_1, & a/3 < x < 2a/3 \end{cases}$$

作用。试求基态能量的一级修正。

二、(30 分) 粒子在势场 $V(x)$ 中运动并处于束缚定态 $\psi_n(x)$ 中。试证明粒子所受势场作用力的平均值为零。

三、(共 30 分)

1. 考虑自旋为 $\frac{1}{2}$ 的系统。试在 \hat{s}^2, \hat{s}_z 表象中求算符 $A\hat{s}_y + B\hat{s}_z$ 的本征值及归一化的本征态。

其中 \hat{s}_y, \hat{s}_z 是角动量算符, 而 A, B 为实常数。

2. 假定此系统处于以上算符的一个本征态上, 求测量 \hat{s}_y 得到结果为 $\frac{\hbar}{2}$ 的概率。

四、(共 30 分) 两个无相互作用的粒子 (质量均为 m) 置于一维无限深方势阱 ($0 < x < a$) 中。对下列两种情况写出: 两粒子体系可具有的两个最低总能量值, 相应的简并度以及上述能级对应的所有二粒子波函数。

1. 两个自旋为 $\frac{1}{2}$ 的可区分粒子;
2. 两个自旋为 $\frac{1}{2}$ 的全同粒子。

五、(30 分) 一个质量为 m 的粒子被限制在 $r = a$ 和 $r = b$ 的两个不可穿透的同心球面之间运动。不存在其它势, 求粒子的基态能量和归一化波函数。