**电子科技大学二零零 七 至二零零 八 学年第 1 学期期 末 考试**

量子力学 课程考试题 A 卷 （ 120 分钟） 考试形式： 闭卷 考试日期 200 8年 月 日

课程成绩构成：平时 20 分， 期中 10 分， 实验 0 分， 期末 70 分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 合计 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

一、填空（每空2分，共30分）

1、德布罗意关系为：。**（没有写为矢量也算正确）**

2、量子力学的状态由 波函数 描述，在体系空间r点处小体积元dτ内粒子出现的几率与 波函数模的平方 （|Ψ|2） 成正比。

3、非简并状态加上微扰后，能级会发生 移动 ；而简并状态加上微扰后，能级会发生 分裂 。

4、任意两个力学量A和B有共同的本征函数，则= 0 ，表明和 对易 。

**（答对1或2个给1分，3个全对给2分）**

5、力学量F的算符是 厄密 算符，其本征函数系组成 正交归一完备系 。

6、费米子组成的多粒子体系的波函数的特征是 交换反对称 ，玻色子组成的多粒子体系的波函数的特征是 交换对称 。

7、泡利不相容原理指 任何两个全同费米子不能处于完全相同的状态 。

8、一维线性谐振子的量子数取n的波函数为ψn(x)，其定态薛定谔方程为，与ψn(x)相对应的能量为。

9、粒子处于三维无限深势阱中，能量为，能量最低的三个能态的简并度分别为 1，3，3 。**（答对1或2个给1分，3个全对给2分）**

二、简答题（每小题5分，共20分）

1、写出至少五个力学量的算符。

 **（任意5个，正确一个1分）**

2、简述测不准原理及其意义。

测不准原理：粒子的坐标和动量不可能同时准确测量。   **（3分)**

（更一般意义上，对于力学量A和B，若和不可对易，且，

则存在测不准关系：  ）

意义：波粒二象性的反映；反映了把经典概念用于微观世界所受到的限制。 **（2分）**

3、什么是斯塔克（Stark）效应试用微扰理论解释斯塔克效应。

斯塔克（Stark）效应是指：原子在外电场作用下，它所发射的光谱谱线会发生分裂。 **（2分）**

E1

E2

解释：不考虑自旋时，氢原子n＝2的能级4度简并，电子从E2能级跃迁到E1能级只产生一条谱线。当受到外加电场作用后，4度简并的E2能级发生分裂形成3个能级，从而形成3条光谱谱线。 **（3分）**

4、计算对易子。

假设ψ为任意一个波函数，**（2分）**

 **（2分）**

所以  **（1分）**

三、计算题（1，2，3题每题15分，4题5分，共50分）

1、氢原子处于状态，试求：

（1）能量算符，角动量平方算符和角动量z分量算符的可能取值；

（2）上述三个力学量取各可能值的几率；

（3）上述三个力学量的平均值。

该波函数未归一化，首先归一化。

假设归一化波函数为

则有：A2（1＋3）＝1，所以 A＝1/2

归一化波函数为 **（2分）**

（1） 能量算符的可能取值：E2  **（1分）**

角动量平方算符的可能取值：0， **（2分，每个1分）**

角动量z分量算符的可能取值：0， **（2分，每个1分）**

（2） 能量算符取E2的几率：1 **（1分）**

角动量平方算符取0的几率： 1/4 **（1分）** 取的几率：3/4 **（1分）**

角动量z分量算符取0的几率：1/4 **（1分）** 取的几率： 3/4 **（1分）**

（3） 能量平均值： E2 **（1分）**

角动量平方平均值：  **（1分）**

角动量z分量平均值：  **（1分）**

2、粒子在势能为的势阱中运动，粒子的能量E<V0，写出以上三个区域的定态薛定谔方程和波函数的通解。

对于图中的三个区域，各个区域的定态薛定谔方程分别为：

①区间：  **（2分）**

**0 a**

**V0**

① ② ③

②区间：  **（2分）**

③区间：   **（2分）**

分别求解各个区间的定态薛定谔方程，可以得到：

   **（每个2分）**

其中， 

根据波函数有限的条件可以得到各个区间波函数的通解：

  

**（每个1分）**

3、运动的粒子处于所描述的状态，其中λ>0。求：

（1）归一化常数A；

（2）在何处发现粒子的几率最大；

（3）动量的平均值。

（）

（1）归一化：  **（3分）**  **（2分）**

（2）粒子在空间出现的几率密度为： **（2分）**

 解得   **（2分）**

根据物理意义，粒子出现几率最大位置： **（1分）**

（3）动量的平均值：

**（中间过程，2分）**

**（2分）**

**（答案1分）**

4、粒子处于状态：，求粒子的平均动量和平均动能。



其中，和是动量的本征函数

归一化： 所以   **（3分）**

动量平均值： **（1分）**

动能平均值： **（1分）**