

河北大学 2012 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [B]

适用专业	考试科目代码	考试科目名称
理论物理、等离子体物理、凝聚态物理、光学	836	量子力学

特别声明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

第一部分

一、简答题 (共 24 分, 每小题 6 分)

- (一) 什么是力学量完全集?
- (二) 德布罗意关系式是什么?
- (三) 什么样的状态是束缚态?
- (四) 两个不对易的算符所表示的力学量是否一定不能同时确定? 试举例说明。

二、计算题 (25 分)

一刚性转子绕一固定点转动时处于定态, 且第一激发态和基态的能量差为 A , A 是正实数, 求该转子的定态能级及波函数, 并说明能级的简并情况。

三、计算题 (26 分)

一粒子在一维无限深势阱中运动, 其基态波函数为 $\sin \frac{\pi x}{2a}$ 。

- (1) 试求出势阱的可能位置。
- (2) 如包含 $(a/2, a)$ 部分, 请确定势阱位置, 并求在这种情况下粒子的能级和波函数。

河北大学 2012 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [B]

适用专业	考试科目代码	考试科目名称
理论物理、等离子体物理、凝聚态物理、光学	836	量子力学

特别声明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

第二部分

一、计算题 (30 分)

设氢原子在 $t=0$ 时刻处于状态

$$\psi(r, \theta, \phi) = \frac{1}{2} R_{21}(r) Y_{10}(\theta, \phi) + \frac{i\sqrt{2}}{2} R_{21}(r) Y_{11}(\theta, \phi) + \frac{1}{2} R_{21}(r) Y_{1,-1}(\theta, \phi),$$

(1) 该状态是氢原子能量、角动量平方及角动量 z 分量的本征态吗? 如是, 求出这些力学量的本征值; 如不是, 求出这些量的可能值及相应的几率, 并算出平均值。

(2) 写出体系在 $t>0$ 时刻的波函数。

二、计算题 (30 分)

一粒子在二维空间的线性谐振子势场 $U(x, y) = \frac{1}{2} \mu \omega^2 (x^2 + y^2)$ 中运动, 求第二激发态的能级和简并度, 并写出第二激发态的全部波函数。(可以直接套用一维线性谐振子结果)

三、计算题 (15 分)

令 $\hat{n}(x, z) = Ax + Bz$, A, B 都是非零实数, 试求对易关系 $[L_y, \underbrace{[L_y, [L_y, \dots [L_y, \hat{n}(x, z)] \dots]]}]_n$,

其中 L_y 是角动量的 y 分量, x, y, z 是空间坐标, L_y 出现的次数为 n , n 是正整数。

试求: (1) 当 $n=1$ 时该对易关系的结果。(2) 当 n 为偶数时该对易关系的结果。(3) 当 n 为大于 1 的奇数时该对易关系的结果。