

聊城大学

2010 年硕士研究生入学考试初试试题

学科专业名称: 光学、凝聚态物理

考试科目名称: 量子力学 ()卷

注意事项: 1、本试题共 六 道大题 (共 个小题), 满分 150 分。

2、本卷为试题, 答题另有答题纸。答案一律写在答题纸上, 写在该试题纸上或草稿纸上无效。要注意试卷清洁, 不要在试卷上涂划。

3、答题必须用蓝、黑钢笔或圆珠笔书写, 其它均无效。

4、特殊要求携带的用具请注明, 没有特殊要求填“无”。

无 (注: 答毕后请务必将原试题和答题纸一并交回)

一、(30 分) 简要回答下列各小题(每小题 5 分):

- 1、在量子力学中, 两个不同力学量 F 与 G 同时具有确定值的条件是什么?
- 2、在非简并定态微扰论中, 能量一级修正的物理意义是什么? 并用公式表示之;
- 3、试述爱因斯坦受激发射系数 B_{mk} 的物理意义;
- 4、若对电子自旋的 x 分量进行测量, 可得到哪些可能值?
- 5、在自旋空间中, 试写出符合对称性要求的两电子的自旋波函数(忽略自旋间的相互作用);
- 6、何谓全同性原理和泡利不相容原理?

二、(25 分) 在 $t = 0$ 时氢原子的波函数为

$$\psi(\vec{r}, 0) = \frac{1}{\sqrt{10}}(2\psi_{100} + \psi_{210} + C\psi_{211} + \sqrt{3}\psi_{21-1})$$

其中下标分别是量子数 n 、 l 、 m 的值, 忽略自旋和辐射跃迁。

- 1、由归一化条件求出 C 的数值;
- 2、求体系的平均能量;
- 3、写出任意 t 时刻体系的波函数 $\psi(\vec{r}, t)$;
- 4、在任意 t 时刻体系处于 $l = 1$ 、 $m = 1$ 的态的几率(概率)是多少?
- 5、在任意 t 时刻体系处于 $m = 0$ 的态的几率是多少?

三、(15 分) 在动量表象中, 求处于一维均匀场 $V(x) = -Fx$ (其中 F 为一常数) 中粒子的能量本征函数。

四、(25 分) 厄米算符 \hat{A} 与 \hat{B} 满足 $\hat{A}^2 = \hat{B}^2 = 1$, 且 $\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A} = 0$. 求:

- 1、在 A 表象中算符 \hat{A} 与 \hat{B} 的矩阵表示;
- 2、在 A 表象中算符 \hat{B} 的本征值与本征矢;
- 3、由 A 表象到 B 表象的么正变换矩阵 S , 并把矩阵 \hat{B} 对角化.

五、(30 分) 一质量为 μ 、电荷为 e 的线性谐振子受到恒定弱电场 \mathcal{E} 的作用, 已知电场沿正 x 方向.

- 1、用微扰方法计算体系的能量至二级近似值以及波函数的一级修正;
- 2、求出微扰作用后体系能级的精确值.

{提示: 已知对于线性谐振子的第 n 个能量本征态 $\psi_n(x)$ 有:

$$x\psi_n(x) = \frac{1}{\alpha} \left[\sqrt{\frac{n}{2}} \psi_{n-1}(x) + \sqrt{\frac{n+1}{2}} \psi_{n+1}(x) \right], \text{ 其中 } \alpha = \sqrt{\frac{\mu\omega}{\hbar}} \}.$$

六、(25 分) 自旋 $s = 1/2$ 、并具有自旋磁矩 $\hat{\mathbf{M}} = \mu_0 \hat{\mathbf{S}}$ 的粒子处于沿 x 正方向的均匀磁场 $\vec{\mathbf{B}}$ 中. 已知 $t = 0$ 时粒子的 $s_z = \hbar/2$, 求在以后任意 t 时刻发现粒子具有 $s_y = \pm \hbar/2$ 的几率.

--完--