

1999 年南开大学量子力学 (物理) 考研试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

(一) 填空 (20 分)

(1) 已知 A, B 均为厄米算符, 而 $F = \frac{1}{2}(A+B)$, 则 F 是厄米算符的条件是 ()。

(2) 能量和时间的测不准关系是 ()。

(3) 在 S_z 表象中, $S = 1$ 的粒子的自旋算符 S_x 及其本征函数的矩阵形式是:

$$S_x = \quad \chi_{11}(S_x) = \quad \chi_{10}(S_x) = \quad \chi_{1-1}(S_x) =$$

(4) 接上题 (3), 已知在 S_x 表象中, S_z 的本征函数是

$$\chi_{11}(S_x) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 \\ \sqrt{2} \\ 1 \end{pmatrix} \quad \chi_{10}(S_x) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ 0 \\ -\sqrt{2} \end{pmatrix} \quad \chi_{1-1}(S_x) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 \\ -\sqrt{2} \\ 1 \end{pmatrix}$$

则由 S_z 表象到 S_x 表象的变换矩阵为 ()

(5) 类氢原子的电子处于 $|n, l, j, m\rangle$ 状态中, 它是 L^2, J^2, J_z 的共同本征态, 则 $\vec{S} \cdot \vec{L}$ 在该态中具有确定值为 ()。

(二) (20 分)

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} \mu \omega^2 x^2$$

一维线性谐振子的哈密顿量为:

设此谐振子

受到微扰 $\hat{H}' =$

($|\lambda| \ll 1$) 的作用, 求各能级的微扰修正 (至二

级) 并和精确解比较. $\frac{\lambda}{2} \mu \omega^2 x^2$

一电子受哈密顿量 $\hat{H} = a\hat{S}_y$ 的作用, 其中 a 是实常数. $t = 0$ 时刻, 电子自旋指向正 x 轴向, 问 $t = T$ 时刻, 电子自旋指向负 x 轴向的几率.

(10) (15分) 氢原子处于如下状态中:

$$\psi(r, S_z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{1}{2}}\psi_{100} + \sqrt{\frac{3}{6}}\psi_{211} \\ \sqrt{\frac{1}{5}}\psi_{100} - \sqrt{\frac{3}{2}}\psi_{210} \end{pmatrix}$$

其中 ψ_{nlm} 为氢原子能量的正交归一化本征函数. $\hat{H}\psi_{nlm} = E_n\psi_{nlm}$ 求:

- (1) 同时测量 $E = E_1$, $L^2 = 2\hbar^2$ 的几率;
- (2) L_z 的平均值;
- (3) 电子处在总角动量 $j = \frac{3}{2}$, $j_z = \frac{3}{2}$ 的几率.

(7) (15分)

质量为 μ , 自旋为 $\frac{1}{2}$ 无相互作用的两个全同粒子, 处于一维谐振子势阱中, 试写出体系基态和第一激发态的能量和波函数, 并指出其简并度.

(六) (15分)

粒子轨道角动量 L^2, L_x 的共同本征态 $Y_{l,m}$, 当 $l = 0, 1$ 时, 试用 $\xi_{0,0}, \xi_{1,m}$ 表示 L^2, L_x 的共同本征态 $\xi_{0,0}, \xi_{1,m}$.

$Y_{0,0} \quad Y_{1,m}$