

00四) 北京大学 量子力学

(45')

1. 解释态迭加原理, 全同性原理和态的统计解释.
2. 写出非简并微扰论的一级, 二级能量修正公式.
3. 在中心力场中, 径向波函数  $R_{10}(r)$ ,  $R_{40}(r)$ ,  $R_{42}(r)$  各有几个零点.
4. 什么叫定态? 由能量的本征态的线性叠加的态是否是定态.
5. 阐述并解释黄金规则.
6. 解释(正常)塞曼效应和反常塞曼效应.

(40')

1. 氢原子和谐振子的束缚态波函数集是否是完备的.
2. 在外电磁场  $(\phi, \mathbf{A})$  中, 求电子在其中的哈密顿量.
3. 两个自旋为  $\frac{1}{2}$  的全同粒子在一维无限深势阱中, 试求两粒子处于基态的总自旋波函数.
4.  $\hat{\sigma}_{\pm} = \hat{\sigma}_x \pm i\hat{\sigma}_y$ , 求  $\hat{\sigma}_{\pm}^2$ ,  $(\hat{\sigma}_+ \hat{\sigma}_-)^2$ .
5.  $\hat{L}_{\pm} = \hat{L}_x \pm i\hat{L}_y$ , 求  $[\hat{L}_y, \hat{L}_{\pm}]$ ,  $[\hat{L}_+, \hat{L}_-]$ ,  $[\hat{L}^2, \hat{L}_{\pm}]$ .
6. 在中心力场中, 基态的轨道角动量为何值? 并做简要解释.

(16')

在  $(\hat{S}^2, \hat{S}_z)$  表象中,

(1) 求  $\hat{S}^2, \hat{S}_x$  的共同本征值及其对应的本征函数,

(2) 求  $\hat{S}_y, \hat{S}_y^2$  在 (1) 中所求各态中的平均均值.

(11')

已知薛定谔方程为:  $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = [-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\mathbf{r})] \psi$ , 试求动量表象中的波薛定谔方程.

(16')

已知两个电子均处于自旋单态,  $\mathbf{a}, \mathbf{b}$  为空间任意两矢量, 求  $(\hat{\sigma}_1 \cdot \mathbf{a})(\hat{\sigma}_2 \cdot \mathbf{b})$  在上述单态中的平均值.

(11')

已知  $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} e^{-\frac{|x|}{a}}$ , 且有  $|x| \rightarrow \infty$  时, 有  $V(x) \rightarrow 0$ , 试求势能  $V(x)$  的具体表式.

(11')

已知 5 个自旋为 1, 质量为  $m$  的全同粒子处于一个平面上的半径为  $R$  的一个圆环并且这 5 个粒子组成正 5 边形, 5 个粒子绕通过圆心的轴线转动而构成动体系.

(1) 写出上述体系的哈密顿量, 并讨论基守恒量有哪些.

(2) 求出上述体系的本征值和本征函数.