

兰州大学 2002 年招收攻读硕士学位研究生考试试题

注意：答案请一律写在答题纸上，写在试题上无效。

招生专业：

考试科目：量子力学

共 5 题，每题 20 分

1. 粒子处于一维束缚态时，波函数是归一化的实函数， $\psi^*(x) = \psi(x)$ 。对于任何一种这样的态，计算 p_x 平均值和 $x p_x$ 平均值。

-14/424

2. 质量为 m 的无自旋粒子在磁场中运动，已知其哈密顿算符为 $\hat{H} = \frac{1}{2m} \hat{\vec{p}}^2 + \omega \hat{l}_z$

- (a) 试判断下列各物理量中哪几个是守恒量，

p_x p_y p_z \vec{p}^2 l_x l_y l_z \vec{l}^2

- (b) 对于其中的非守恒量，求它的海森伯运动

$$\text{方程} \left(\frac{d\hat{F}}{dt} = \frac{1}{i\hbar} [\hat{F}, \hat{H}] \right)$$

($\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p}$ 是轨道角动量)

3. 质量为 m 的粒子在中心力场中运动， $V(r) = kr$ ，

($k > 0$) 各束缚态波函数和能级记为 ψ_n , E_n ,

兰州大学 2002 年招收攻读硕士学位研究生考试试题

注意：答案请一律写在答题纸上，写在试题上无效。

招生专业：

考试科目：

3. (续) (a) 对于任何一种 ψ_n ，求动能平均值、势能平均值及 E_n 的相互关系。

$$2\overline{T} = \overline{r \cdot \nabla V} \quad \text{厄米定理}$$

(b) 利用测不准关系估算基态能级值。

($\Delta r \Delta p \sim \hbar$, 可取 $\Delta r \sim \overline{r}$)

4. 电子-质子体系的总自旋记为 $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$,

(1 代表电子, 2 代表质子) 如该体系的自旋波函数为 $\chi(1, 2) = \chi_{\frac{1}{2}}(1) \chi_{-\frac{1}{2}}(2)$, 求总自旋 (\vec{S}^2, S_z) 的可能测值及相应概率。

5. 扼要说明下列各项:

(a) 氢原子能级(谱)与单价原子的价电子能级(谱)在总体构造方面的主要差异。

(b) 氢原子能级的精细结构的主要特征、物理来源和大致量级(相当于多少电子伏?)