

638 640 641 75

河北大学 2006 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: A

学科、专业	研究方向	考试科目	考试时间
光学、等离子体物理、 原子与分子物理		量子力学	3 小时

特别声明 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

一 (25 分) 已知 ψ_n 为线性谐振子的定态波函数, 试将 $x\psi_n$ 化为定态波函数的线性组合形式。

二 (25 分) 位于 $[0, a]$ 的一维无限深势阱中的粒子, 当 $t=0$ 时处于

$$\psi(x) = \frac{1}{2}\psi_1(x) - \frac{\sqrt{2}}{2}\psi_2(x) + \frac{1}{2}\psi_4(x),$$

其中 $\psi_n(x)$ 为系统的能量本征函数, 试求能量的可测值及平均值, 并写出 $t>0$ 时粒子的波函数。

三 (25 分) 氢原子处于基态 $\psi(r, \theta, \varphi) = \sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} \exp(-\frac{r}{a_0})$, 求势能和径向坐标的平均值。

四 (25 分) $[\hat{A}, \hat{B}] = i\hbar\hat{C}$, $[\hat{B}, \hat{C}] = i\hbar\hat{A}$, $[\hat{C}, \hat{A}] = i\hbar\hat{B}$, $\hat{D} = \hat{A} + i\hat{B}$, 且 ψ 为 \hat{C} 的本征函数, 即 $\hat{C}\psi = \lambda\psi$, λ 为本征值, 证明 $\hat{D}\psi$ 也是 \hat{C} 的本征函数, 并求其本征值。

五 (25 分) 设氢原子处于 $\psi = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}R_{21}(r)Y_{11}(\theta, \varphi) \\ -\frac{\sqrt{3}}{2}R_{21}(r)Y_{10}(\theta, \varphi) \end{pmatrix}$ 状态, 求 \hat{L}_z 和 \hat{S}_z 的平均值。

六 (25 分) 一定轴转动粒子 (取转动轴为 z 轴), 处于状态 $\psi(\phi) = A(\sin 3\phi - \cos^2 \phi)$, A 为归一化系数, 试求角动量 \hat{L}_z 的几率分布和能量的平均值。

本试题共 1 页, 此页是第 1 页。