

**2006 年天津工业大学硕士研究生入学考试试题**  
**试题编号：429（量子力学）**

---

**考生注意：本试卷共四大题，满分 150 分。考试时间为 3 小时；**  
**所有答案均写在答题纸上，在此答题一律无效。**

**一、填空题（每空 2 分，共计 30 分）**

1. 薛定谔波动方程为：\_\_\_\_\_。
2. 坐标和动量的测不准关系为\_\_\_\_\_，能量和时间的测不准关系为\_\_\_\_\_。
3. 量子力学中表示力学量的算符是\_\_\_\_\_算符，它们的本征函数组成\_\_\_\_\_系。
4. 氢原子的斯塔克（Stark）效应是指\_\_\_\_\_。
5. 泡利不相容原理是指\_\_\_\_\_。
6. 在不计自旋时氢原子的第  $n$  个能级的简并度为\_\_\_\_\_。
7. 在坐标表象中，动量算符  $\hat{P} =$ \_\_\_\_\_，动能算符  $\hat{T} =$ \_\_\_\_\_，角动量算符  $\hat{L} =$ \_\_\_\_\_。
8. 如果算符  $\hat{F}$  表示力学量  $F$ ，那么当体系处于  $\hat{F}$  的本征态  $\Phi$  时，力学量  $F$  有确定值，这个值就是  $\hat{F}$  在  $\Phi$  态中的\_\_\_\_\_。
9. 乌伦贝克和哥德斯密脱关于自旋的两个基本假设是\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。
10. 隧道效应是指\_\_\_\_\_。

**二、回答下列问题（共计 40 分）**

1. 波函数  $\psi(r, t)$  是用来描述什么的？它应满足什么样的自然条件？ $|\psi(r, t)|^2$  的物理含义是什么？（10 分）

**2006 年天津工业大学硕士研究生入学考试试题**  
**试题编号：429（量子力学）**

---

2. 分别说明什么样的状态是束缚态、简并态与负宇称态？  
(10 分)
3. 设粒子的势能由  $V(x)$  变为  $V(x) + C$  ( $C$  为常数)，讨论粒子能量本征值及相应的本征函数的变化。(10 分)
4. 指出下列实验中，哪些实验表明了辐射场的粒子性，哪些实验主要证明能量交换的量子性？哪些实验主要表明物质粒子的波动性？简述理由。(10 分)
- (1) 光电效应；(2) 黑体辐射谱；(3) Franck-Hertz 实验；(4) Davisson-Germer 实验；(5) Compton 散射。

**三、证明题 (10 分)**

已知在  $t=0$  时氢原子的波函数为

$$\varphi(\vec{r}, 0) = \frac{1}{\sqrt{10}} [2\varphi_{100} + \varphi_{210} + \sqrt{2}\varphi_{211} + \sqrt{3}\varphi_{21-1}] \quad \text{证明该体}$$

系能量的平均值为  $-7.48\text{eV}$ 。(已知氢原子的基态能量为  $-13.6\text{eV}$ 。)

**四、计算题 (70 分)**

1. 求角动量的  $z$  分量  $\hat{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$  的本征函数及本征值。(10 分)

分)

2. 一维无限深势阱 ( $0 \leq x \leq a$ ) 中的粒子受到微扰

$$H'(x) = \begin{cases} 2\lambda \frac{x}{a} & 0 \leq x \leq \frac{a}{2} \\ 2\lambda(1 - \frac{x}{a}) & \frac{a}{2} < x \leq a \end{cases} \quad \text{的作用。}$$

求基态能量的一级修正。(20 分)

**2006 年天津工业大学硕士研究生入学考试试题**  
**试题编号：429（量子力学）**

---

3. 已知体系的哈密顿算符在某表象中的矩阵表示为（20 分）

$$\hat{H} = \begin{pmatrix} 2\varepsilon & 0 & \varepsilon \\ 0 & 2\varepsilon & 0 \\ \varepsilon & 0 & 2\varepsilon \end{pmatrix}$$

求体系能量本征值及归一化本征矢组。

4. 在  $\hat{S}_z$  表象中，求在  $\hat{S}_z$  的相应于本征值为  $\frac{\hbar}{2}$  的本征态中， $\hat{S}_x$  的可能取值及相应的几率。（20 分）（提示：在  $\hat{S}_z$  表象中，

$$\hat{S}_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$