

# 曲阜师范大学 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

学科、专业名称：理论物理，原子与分子物理，凝聚态物理，光学，物理电子学，通信与信息系统  
 考试科目名称：量子力学

注 意 事 项	1. 试题共 2 页。
	2. 答案必须写在答题纸上，写明题号，不用抄题。
	3. 试题与答题纸一并交上。
	4. 须用蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答，字迹清楚。

1. (15 分) 分别从经典力学和量子力学的观点定性说明：怎样描述粒子的运动状态？给定粒子的一个状态，怎样求它的力学量？
2. (20 分) 什么是定态？考虑一个一维束缚粒子，试证明若粒子在时刻  $t=0$  时处在定态，则它永远保持在定态。
3. (20 分) 考虑一个只具有两个单粒子态  $\phi_\alpha$  和  $\phi_\beta$  的体系，相应的能量分别为  $\varepsilon_\alpha$  和  $\varepsilon_\beta$ ，体系中有三个玻色子，求体系的所有可能的状态及其能量。
4. (20 分) 设氢原子处于状态

$$\Psi = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} R_{21}(r) Y_{11}(\theta, \phi) \\ \sqrt{\frac{2}{3}} R_{21}(r) Y_{10}(\theta, \phi) \end{pmatrix},$$

分别求轨道角动量平方  $\hat{L}^2$ 、轨道角动量  $z$  分量  $\hat{L}_z$ 、自旋角动量  $z$  分量  $\hat{S}_z$  和能量  $\hat{H}$  的可能取值、对应的几率分布和平均值（设氢原子的基态能量为  $\varepsilon_0$ ）。

5. (25 分) 设粒子在宽度为  $2a$  的一维无限深势阱中运动，已知能量的本征值和本征函数分别为



$$E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{8\mu a^2}, \quad \psi_n(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \sin \frac{n\pi}{2a}(x+a), \quad n=1, 2, 3, \dots$$

如果  $t=0$  时刻的状态由波函数

$$\psi(x, t=0) = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{a}} \sin \frac{\pi}{2a}(x+a) \cos^2 \frac{\pi}{2a}(x+a)$$

描写, 求

(1)  $t=0$  时刻粒子能量的平均值。

(2) 以后任意时刻  $t$  粒子的波函数。

6. (25 分) 质量为  $\mu$ , 圆频率为  $\omega$  的一维线性谐振子, 受到微扰  $H' = \beta x^2$  的作用,  $\beta$  为常数。用微扰论求能量到一级修正。

7. (25 分) 预先建立一个斯特恩-盖拉赫实验, 得到一个自旋  $z$  分量为  $-\hbar/2$  的电子,  $t=0$  时, 开始加上一个沿  $x$  方向的均匀磁场  $\vec{B} = B\vec{i}$ 。问  $t>0$  时, 测量自旋  $z$  分量的结果是什么?