西北师范大学

试题附在试题袋内交回

2013年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目名称：量子力学　　　　科目代码：814

考试日期：2012年1月　日

（答案一律做在答题纸上，做在试题上无效）　　　（试题共 2 页）

一、　简要回答下列问题（每小题6分，共30分）

1. 什么是力学量完全集？
2. 态迭加原理与测不准原理有什么样的关系？
3. 黑体辐射的规律与经典物理的矛盾表现在哪里？
4. 关于电子自旋的两个假定的内容是什么？提出电子自旋假定的实验依据有哪些？
5. 在什么样的态下，测量力学量 $\hat{F}$ 具有确定值？

二、　（10分）将中子限制在宽度为 10^{-14}m 的无限深势阱中，求能量的最小值。

三、　（15分）镁原子的两个价电子被激发到3p3d态，在LS耦合下可形成哪些原子态？若激发能级满足洪特定则，判断能量最高的原子态。

四、　（15分）如果力学量 $\hat{F}$ 和 $\hat{G}$ 对易，且它们的本征函数都是非简并的，证明 $\hat{F}$ 和 $\hat{G}$ 存在共同的本征函数且构成完全系。

五、　（20分）角动量分量的本征函数具有形势 $e^{i\lambda\phi}$，讨论对 λ 取值的限定。

六、　（20分）令 $\hat{l}_\pm = \hat{l}_x \pm i\hat{l}_y$，计算 $\hat{l}_+\hat{l}_-$ 和对易子 $\left[\hat{l}_z, \hat{l}_\pm\right]$。

七、　（20分）$|lm\rangle$ 表示 $\vec{L}^2$、L_z 的共同本征态，在限定 1=1 的态矢量子空间中，$\hat{L}_y = \dfrac{\hbar}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 0 & -i & 0 \\ i & 0 & -i \\ 0 & i & 0 \end{bmatrix}$，求其本征值和本征矢量。

八、　（20分）平面转子的哈密顿 $\hat{H} = \hat{L}_z^2 / 2I$，计算在 $\psi(\varphi) = A\cos^2\varphi$ 描述的状态下，$\hat{L}_z$ 和 $\hat{H}$ 的可能测量值及平均值。

173

附：几个基本物理常数

$\hbar=1.06\times10^{-34}$ J·s　　$c=3.00\times10^{8}$ m·s^{-1}　　$k=1.38\times10^{-23}$ J·K^{-1}

$e=1.60\times10^{-19}$ C　　$m_e=9.11\times10^{-31}$ kg　　$m_p=1.7*10^{-27}$kg

$R=1.097\times10^{7}$m^{-1}

对谐振子的能量本征态，波函数具有递推公式

$$\xi\psi_n(\xi)=\sqrt{\tfrac{n+1}{2}}\psi_{n+1}(\xi)+\sqrt{\tfrac{n}{2}}\psi_{n-1}(\xi) \qquad \frac{d}{d\xi}\psi_n(\xi)=-\sqrt{\tfrac{n+1}{2}}\psi_{n+1}(\xi)+\sqrt{\tfrac{n}{2}}\psi_{n-1}(\xi)$$

$l=0$和$l=1$的四个球谐函数是

$Y_{00}=\sqrt{1/4\pi}$，$Y_{10}=\sqrt{1/4\pi}\cos\theta$，

$Y_{11}=\sqrt{3/8\pi}\sin\theta\cdot e^{i\varphi}$，$Y_{1-1}=\sqrt{3/8\pi}\sin\theta\cdot e^{-i\varphi}$

积分公式:

$$\int_0^\infty x^n e^{-ax}dx=n!/a^{n+1}$$

$$\int_0^\infty x^{2n}e^{-ax^2}dx=\frac{1\cdot3\cdot5\cdots(2n-1)}{2^{n+1}a^n}\sqrt{\pi/a}$$

$$\int_0^\infty e^{-x^2}dx=\sqrt{\pi}/2$$