

# 信智学部量子物理试卷（回忆版）

授课教师：任希锋

整理：科大学渣心情复杂

## 期中考试

考试时间：2023年5月12日

### 简答题（每题4分，共52分）

1. 写出费马原理。
2. 写出空气中薄透镜的成像公式。
3. 为什么相机镜头呈紫色。
4. 有哪五种偏振？如何区分它们？
5. 计算远场光学显微镜空间分辨率的极限。
6. 解释天空是蓝色、而白云是白色的原因。
7. 写出相干条件。
8. 写出德布罗意公式。
9. 写出玻尔原子模型的三个假设。
10. 写出里德堡方程。
11. 描述海森堡不确定关系。
12. 说明波函数的物理含义和条件。
13. 写出动量、角动量、动能的算符形式，写出定态薛定谔方程。

### 计算题（每题8分，共48分）

1. 在双缝干涉中，已知缝宽、波长、相邻亮条纹间隔（具体数值忘了），计算双缝平面与成像平面之间的距离。
2. 老鹰在离地1km的高处飞行，鹰的瞳孔直径为10mm。老鹰能否看清位于地面的身长为5cm的老鼠？
3. 一束入射光由互相不干涉的自然光和线偏光混合而成。试确定线偏光的偏振方向。确定了偏振方向后，这束光通过了一个偏振片，偏振片透振方向与线偏光振动方向夹角为 $30^\circ$ 。通过偏振片后，光强减少了20%，试确定自然光光强 $I_1$ 和线偏光光强 $I_2$ 之比。
4. 电子在阴极射线管中经过10KV加速，求加速后电子的德布罗意波长的最小值。如果电子打到极板后，全部动能转化为电磁波，求电磁波的最小波长。

- 氢原子从基态跃迁到  $n = 4$  能级。
  - 求氢原子吸收的能量。
  - 若氢原子从  $n = 4$  能级跃迁回基态，求发射的电磁波波长。
- 计算粒子在一维无限深势阱的波函数和能级。其中

$$V(x) = \begin{cases} 0, & |x| \leq \frac{a}{2} \\ +\infty, & |x| > \frac{a}{2} \end{cases}$$

## 期末考试

考试时间：2023年6月29日

### 简答题（每题4分，共60分）

- 写出  $|0_A, 0_B\rangle, |1_A, 0_B\rangle, |0_A, 1_B\rangle, |1_A, 1_B\rangle$  对应的列向量。
- 简述跃迁选择定则。
- 简述氢原子波函数描述与玻尔轨道模型的区别。
- 已知氢原子电子所处定态对应的主量子数  $n = 2$ ，写出所有可能的  $(n, l, m)$ 。
- 描述单电子光谱精细结构和超精细结构的成因。
- 什么是不确定关系？给出例子。
- 写出氢原子波函数的三个本征方程，并解释三个量子数的含义。
- 已知  $l = 1, j = 2$ ，求朗德  $g$  因子。
- 描述EPR佯谬。
- 对于双自旋体系，给出非耦合表象和耦合表象的本征态。
- 混合态对应Bloch球上哪些点？
- 描述量子不可克隆定理。
- 写出Hadamard算符的矩阵形式。
- 描述量子隐形传态，并说明是否违反了不可克隆定理，是否实现了超光速。
- 写出量子密钥分发安全性保证的物理原理。

### 计算题（每题5分，共40分）

- 写出  $|\psi\rangle_A = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle_A + i|1\rangle_A)$  与  $|\psi\rangle_B = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle_B + |1\rangle_B)$  的直积态。
- 求解三个泡利算符对应的本征态和本征值。
- 写出快轴与水平方向夹角为  $\gamma$  的半波片和四分之一波片的操作矩阵。
- 设氦原子核外两电子处于  $2s3d$  组态，在LS耦合下形成的原子态有几种？用原子态的符号表示出来。
- 两个态  $|\psi_1\rangle$  和  $|\psi_2\rangle$  的保真度定义为  $F = |\langle \psi_1 | \psi_2 \rangle|^2$ ，计算  $|\psi_1\rangle = \cos \frac{\theta_1}{2} |0\rangle - \sin \frac{\theta_1}{2} |1\rangle$  和  $|\psi_2\rangle = \cos \frac{\theta_2}{2} |0\rangle + i \sin \frac{\theta_2}{2} |1\rangle$  的保真度。

6. 通过量子逻辑门可以将四个Bell纠缠态变为直积态，写出过程。
7. 已知 $L = 2, S = 1$ ，计算 $\vec{S} \cdot \vec{L}$ 的可能取值。
8. 推导二维量子隐形传态的过程。