

# 安徽师范大学

## 2015 年招收硕士研究生考题

科目名称: 原子物理学 科目代码: 701

考生请注意: 答案必须写在答题纸上, 写在本考题纸上的无效!

物理常数: 电子质量  $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ ,  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $R_\infty = 1.09737 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ ,  
 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $u_B = 0.9273 \times 10^{-23} \text{ J/T}$ ,  $R_H = 1.0967758 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

1 洛伦兹 (1L)  $= \frac{\mu_B B}{hc} = \frac{Be}{4\pi m_e c}$

### 一、简答题 (每题 5 分, 共 40 分)

- 1、卢瑟福  $\alpha$  粒子散射实验的主要贡献;
- 2、德布罗意假设;
- 3、碱金属原子光谱项公式中出现量子数亏损的原因;
- 4、确定原子基态时应考虑的物理定律、模型或规则;
- 5、同科电子组态形成的原子态数少于相应的非同科电子组态, 原因何在?
- 6、电偶极跃迁对跃迁初、终态宇称的要求;
- 7、He 原子有单重态和三重态, 但  $1s1s^3S_1$  态并不存在, 为什么?
- 8、核外满壳层或满支壳层电子组态形成的原子状态;

### 二、(本题 30 分) 用能量为 12.5eV 的电子去激发基态氢原子。

- (1) 至多可将氢原子激发到  $n=?$  的能级?
- (2) 受激的氢原子会发射哪些波长的光谱线? 指出它们分属于那些线系。
- (3) 如考虑电子自旋-轨道相互作用引起的精细结构, 最低的两个能级间跃迁的谱线有几条精细线组成? 画出跃迁图, 标出原子态。

三、(本题 20 分) 忽略约化质量的修正。证明: (1) 氢的赖曼系的线系限同氦离子  $He^+$  的巴尔末系的线系限相同; (2)  $He^+$  的巴尔末系的第一条谱线波长是氢的赖曼系第一条谱线波长的 1.35 倍。

四、(本题 15 分) 已知  $Na$  原子光谱共振线  $3p \rightarrow 3s$  的波长  $\lambda = 5893 \text{ \AA}$ , 主线系系限波长  $\lambda_{\infty} = 2413 \text{ \AA}$ 。(1) 计算量子数亏损  $\Delta_s, \Delta_p$ ; (2) 现有三条谱线:  $3316 \text{ \AA}, 3149 \text{ \AA}, 2860 \text{ \AA}$ 。它们属于  $Na$  的主线系吗? 通过计算说明。

五、(本题 15 分) (1) 写出  $He$  原子能量最低的三个电子组态;  
 (2) 分别求出这三个电子组态按  $LS$  耦合形成的原子态;  
 (3) 在能级图上画出这些原子态间可能的电偶极跃迁。  
 (4) 指出哪些态是亚稳态, 解释原因。

六、(本题 15 分) 用某原子做塞曼效应实验。该原子的两个单重态之间的跃迁产生波长为  $\lambda$  的谱线。

(1) 该谱线在磁场中分裂为几条谱线?

(2) 在垂直于磁场方向, 用分辨本领为  $R$  的光谱仪分开这些分裂的谱线, 问磁场  $B$  至少应为多大?

(提示: 光谱仪的分辨本领定义为:  $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$ )

七、(本题 15 分) 一光谱线只知其由跃迁  ${}^3P_{J_1} \rightarrow {}^{2S+1}L_{J_2}$  而产生, 该条谱线在磁场中的塞曼分裂如下图所示。根据选择定则的要求以及图中信息, 推断  $J_1, J_2, S, L$  的取值。

