

# 安徽师范大学

## 2020 年硕士研究生招生考试初试试题

科目代码：701

科目名称：原子物理学

### 一、简答题（每小题 4 分，共 20 分）

- 1、玻尔理论的基本假设。
- 2、泡利不相容原理。
- 3、洪特规则。
- 4、一般光学光谱与 X 射线标识谱产生机理上的差别。
- 5、He 原子有单重态和三重态，但  $(1s1s)^3S_1$  态并不存在的原因。

### 二、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

- 1、卢瑟福依据  $\alpha$  粒子散射实验中如下哪个事实提出原子核式结构模型的？  
A. 绝大多数  $\alpha$  粒子散射角接近  $180^\circ$       B.  $\alpha$  粒子只偏  $2^\circ \sim 3^\circ$   
C. 以小角散射为主也存在大角散射      D. 以大角散射为主也存在小角散射
- 2、考虑精细结构，氢原子赖曼系一般结构的每一条谱线分裂为：  
A. 两条      B. 三条      C. 五条      D. 不分裂
- 3、锂原子光谱主线系最长波长为  $6707\text{\AA}$ ，辅线系系限波长为  $3519\text{\AA}$ ，则 Li 原子的电离电势为：  
A.  $5.38\text{V}$       B.  $1.85\text{V}$       C.  $3.53\text{V}$       D.  $9.14\text{V}$
- 4、 $\frac{e}{m}$  为电子荷质比， $L, S, J$  分别为原子的自旋、轨道和总角动量，则原子的总磁矩为：  
A.  $-\frac{e}{2m}(J+S)$       B.  $-\frac{e}{2m}(L+S)$       C.  $-\frac{e}{2m}(2L+S)$       D.  $-\frac{e}{2m}\frac{L+S}{J(J+1)}$
- 5、由状态  $(2p3d)^3D_{3,2,1}$  向  $(2s2p)^3P_{2,1,0}$  的辐射跃迁：  
A. 可能产生 9 条谱线      B. 可能产生 7 条谱线  
C. 可能产生 6 条谱线      D. 不能发生
- 6、下列各元素中最外层电子的电离能最小的是：  
A. 氟原子      B. 氖原子      C. 钠原子      D. 镁原子

7、下列哪个原子的基态光谱项是  $^2P_{3/2}$  :

- A. He      B. F      C. N      D. Si

8、下述哪一个说法是不正确的?

- A. 核力具有饱和性    B. 核力与电荷有关    C. 核力是短程力    D. 核力是交换力

9、已知某放射性核素的半衰期为 2 年, 经 8 年衰变掉的核数目是尚存的

- A. 5 倍      B. 10 倍      C. 15 倍      D. 20 倍

10、由 A 个核子组成的原子核 X 的结合能为  $\Delta E = \Delta mc^2$ , 其中  $\Delta m$  指

- A. Z 个质子和 A-Z 个中子静止质量之差    B. A 个核子运动质量和核 X 运动质量之差  
C. A 个核子运动质量和静止质量之差    D. A 个核子静止质量和核 X 静止质量之差

三、(本题 18 分) 电子偶素是一对正负电子绕其共同的质心转动而形成的束缚系统。试计算电子偶素 (1) 基态的能量 (以电子伏为单位); (2) 由第一激发态向基态跃迁发射光谱线的波长; (3) 第一轨道半径。

四、(本题 20 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。(3)  $\lambda = 5893 \text{ \AA}$  这条共振谱线在高分辨光谱仪下观察, 是由  $5890 \text{ \AA}$ 、 $5896 \text{ \AA}$  的两条精细谱线组成, 试解释原因。

五、(本题 18 分) (1) 计算氢原子赖曼系的线系限波长和最长波长谱线的波长; (2) 高分辨光谱实验发现, 最长波长的谱线其实由 2 条波长相差  $0.0054 \text{ \AA}$  的精细线组成, 计算相应精细能级的裂距。(3) 能级图上标示出这两条精细谱线的跃迁。

六、(本题 20 分)  $B^+$  是电离掉 B 原子 ( $Z=5$ ) 核外的一个电子而产生。按 LS 耦合确定  $B^+$  能量最低的四个电子组态形成的原子态, 要求标明原子态符号, 并在能级图上画出所有可能的电偶极跃迁。

七、(本题 14 分) 在某光谱线的正常塞曼效应实验中, 垂直于磁场方向观察, 两条相邻的谱线间波长差  $\Delta\lambda = 0.2 \text{ \AA}$ 。已知磁场强度  $B = 2.5 T$ , 求未加磁场时谱线的波长。

八、(本题 10 分) 铝 (Al) 靶被高速电子束轰击而产生的连续 X 光谱的短波限为  $5 \text{ \AA}$ 。问这时是否也能观察到其标志谱 K 系线? 通过计算说明。

物理常数: 普朗克常数:  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$

玻尔兹曼常数:  $k = 8.617 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$

里德堡常数:  $R_H = 1.09677576 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ ,  $R_{\infty} = 1.09737312 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

玻尔磁子:  $\mu_B = 0.92732 \times 10^{-23} \text{ J/T}$  电子荷质比  $\frac{e}{m} = 1.7588 \times 10^{11} \text{ C/Kg}$

可使用计算器、尺子等。