

安徽师范大学

2018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、选择题（每题4分，共40分）

- 1、进行 α 粒子散射实验时发现，小角散射结果与理论不符，这说明
A. 散射物太厚
B. 卢瑟福理论错误
C. 小角散射时，一次散射理论不适用
D. 原子不一定存在核式结构
- 2、关于线系限和线系限波长，对氢原子下面哪种说法正确？
A. 各谱线系均有线系限，且赖曼系线系限波长最短
B. 只有巴尔末系有线系限，且线系限波长最短
C. 各谱线系均有线系限，普丰特系线系限波长最短
D. 只有巴尔末系有线系限，且线系限波长最长
- 3、假设氦（He）原子的一个电子已经被电离，现在还想将另一个电子也电离掉，至少应提供的能量为
A. 13.6 eV
B. 54.4 eV
C. 3.4 eV
D. 41.6 eV
- 4、碱金属原子光谱精细结构形成的根本原因是
A. 轨道角动量z分量的量子化
B. 选择定则的要求
C. 观察仪器分辨率的提高
D. 电子的自旋-轨道耦合
- 5、碱金属原子精细结构能级可表示为 $E_{nlj} = E_{nl} + W$ ，由于W的特点，使对一个确定的 E_{nl} 分裂为
A. 二个（ $l=0$ 除外）
B. n 个
C. $(2j+1)$ 个
D. $(2l+1)$ 个
- 6、下列原子状态中哪一个是氫原子的基态？
A. 1P_1
B. 3P_0
C. 3S_0
D. 1S_0
- 7、根据能级多重性交替规律，钾原子（ $Z=19$ ）的能级多重结构应为
A. 双重
B. 单重
C. 一、三重
D. 二、四重
- 8、两个同科p电子，形成的原子态有 1D_2 ， $^3P_{2,1,0}$ 和 1S_0 ，则原子的基态应为：
A. 1S_0
B. 3P_0
C. 1D_2
D. 3P_2
- 9、原子发射X射线标识谱的条件是
A. 原子的外层电子被激发
B. 原子的外层电子被电离
C. 原子的内层电子被移走
D. 原子中电子的自旋-轨道作用强

考生请注意：答案必须写在答题纸上，写在本试题纸上的无效！

10、原子态 1D_2 的能级在弱外磁场中分裂为多少个子能级？

- A. 3 B. 5 C. 2 D. 4

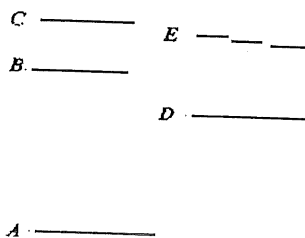
二、简答题（共 20 分）

1. 假如电子的自旋是 $\frac{3}{2}$ ，那么 $1s$ 轨道上最多能容纳多少个电子？如自旋是 1，又如何？
2. 确定只有一个价电子的原子的朗德 g 因子的取值范围。
3. 不考虑电子轨道和自旋相互作用时，与氢原子比较，碱金属原子的能级还与轨道角动量 l 相关。请予以解释。

三、（本题 20 分）一对正负电子绕其共同的质心转动暂时形成所谓的“电子偶素”。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）右图为氦原子基态及头几个激发态能级。

- （1）从电子组态出发，导出这些能级的原子态标记；
- （2）列出这些能级间允许的电偶极跃迁；
- （3）能量足够大的电子与基态氦原子碰撞，会使哪些能级布居较多的氦原子？说明理由。



五、（本题 20 分）（1）把一个 Li 原子看做类 H 原子，求

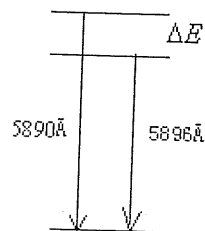
$2s$ 电子的电离能（以 eV 为单位）；（2）实验上 Li 原子光谱的主线系可表示为：

$$\tilde{\nu} = \frac{R_{\infty}}{(2-0.4049)^2} - \frac{R_{\infty}}{(n-0.4041)^2}$$
，求 $2s$ 电子的电离能（以 eV 为单位）；（3）定性解释两者差别的原因。

六、（本题 15 分）Na 原子的主线系第一条谱线在高分辨光谱仪

下观察，是由 5890\AA ， 5896\AA 的两条精细谱线组成。

- （1）标出涉及这两条谱线的上下能级的原子态；
- （2）解释 ΔE 产生的原因；
- （3）由题给数据求 ΔE 的数值。



七、（本题 15 分）在平行于磁场方向观察到某光谱线的正常塞曼效应中，两条相邻的谱线间波长差 $\Delta\lambda = 0.4\text{\AA}$ 。已知磁场强度 $B = 2.5T$ ，求未加磁场时谱线的波长。

物理常数： $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ ， $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ， $R_{\infty} = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ ， $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，

$R_H = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ ，氢原子轨道半径 $r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 h^2 n^2}{4\pi^2 \mu e^2}$ ，1 洛伦兹 (1L) = $\frac{Be}{4\pi m_e c}$

可使用计算器、尺子等。