

# 安徽师范大学

## 2017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、原子光谱的精细结构是由于哪种原因引起?  
A. 原子实极化和价电子的轨道贯穿 B. 原子内层电子对外层电子的屏蔽作用  
C. 电子自旋和轨道相互作用 D. 原子外层电子间的相互作用及相对论修正
- 2、电偶极跃迁时首要考虑: 偶性态 ( $\sum_i \ell_i = \text{偶数}$ )  $\leftrightarrow$  奇性态 ( $\sum_i \ell_i = \text{奇数}$ ), 这条定则从物理原理上分析, 它源于:  
A. 角动量守恒 B. 泡利不相容原理 C. 能量最低原理 D. 宇称守恒定律
- 3、如两个价电子的组态  $pd$ , 利用  $LS$  耦合和  $j$  耦合分别求出的原子态中,  
A. 状态数和能级间隔相同 B. 量子数  $J$  和能级间隔相同  
C. 状态数和量子数  $S$  相同 D. 状态数和量子数  $J$  相同
- 4、戴维逊—革末于 1927 年在镍单晶上做电子衍射实验, 证实了  
A. 电子的波动性和粒子性 B. 电子的波动性  
C. 电子的粒子性 D. 所有粒子具有波粒二象性
- 5、满壳层或满次壳层电子组态相应的原子态是:  
A.  $^1S_0$  B.  $^1P_1$  C.  $^3P_0$  D.  $^3S_0$
- 6、在量子理论中, 对氢原子问题, 从薛定谔方程出发加上波函数满足的物理条件, 可直接得到下列物理量的量子化, 而无需人为加上量子化条件。  
A. 能量、动量、角动量 B. 能量、角动量、角动量的  $Z$  分量  
C. 能量、动量、角动量的  $Z$  分量 D. 能量、轨道角动量、动量
- 7、氦原子有单态和三重态, 但  $1s1s^3S_1$  并不存在, 其原因是:  
A. 因为自旋为  $1/2, l_1 = l_2 = 0$  故  $J = 1/2$  B. 泡利不相容原理限制了  $1s1s^3S_1$  的存在  
C. 因为三重态能量最低的是  $1s2s^3S_1$  D. 因为  $1s1s^3S_1$  和  $1s2s^3S_1$  是简并态

### 8、产生钠的两条 D 黄谱线的跃迁是:

- A.  $3^2P_{3/2} \rightarrow 3^2S_{1/2}$ ,  $3^2P_{1/2} \rightarrow 3^2S_{1/2}$  B.  $2^2S_{1/2} \rightarrow 2^2P_{1/2}$ ,  $2^2S_{1/2} \rightarrow 2^2P_{3/2}$   
C.  $3^2D_{3/2} \rightarrow 3^2P_{1/2}$ ,  $3^2D_{3/2} \rightarrow 3^2P_{3/2}$  D.  $4^2D_{3/2} \rightarrow 3^2P_{1/2}$ ,  $4^2D_{3/2} \rightarrow 3^2P_{3/2}$

### 9、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

### 10、下列哪个原子的基态光谱项是 $^2P_{3/2}$ :

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

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!

二、(本题 20 分) (1) 已知动能为  $91.8\text{eV}$  的电子恰好使某类氢离子由基态激发至第一激发态, 试问该类氢离子是什么? (2) 现以动能为  $110\text{eV}$  的电子激发该基态离子, 可得到几条谱线? 这些谱线的波长各为多少? (不考虑精细结构)

三、(本题 20 分) (1) 已知  $Li$  原子的量子数修正为:  $\Delta s = 0.41$ , 并认为  $Li^+$  中两个  $1s$  电子相互完全屏蔽, 估计电离  $Li$  原子的全部三个电子所需要的能量; (2) 若实际测得电离全部三个电子所需要的能量为  $203.44\text{eV}$ 。求  $Li^+$  中作用于  $1s$  电子的有效电荷。

四、(本题 20 分) (1) 写出  $Na$  原子基态的电子组态和原子态; (2) 以基态原子态能量为零, 该原子几个较低激发态能级依次为:  $16956.17, 16973.37, 25740.0, 29172.84, 29172.89\text{cm}^{-1}$ , 斯特恩-格拉赫实验表明这些能级在磁场中的斑纹个数分别为:  $2, 4, 2, 6, 4$ 。给出这些能级相应的电子组态和原子态。(3) 画出能级示意图 (含基态), 并标出这六个能级间可能的跃迁。

五、(本题 15 分) 单电子激发的大致顺序为:  $\dots\dots 6s, 6p, 7s, 6d, \dots\dots$ 。汞 ( $Hg, 80$  号元素) 原子通常情况下下电子组态为:  $KL MN 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2$ 。(1) 写出三个最低能量的电子组态; (2) 写出 LS 耦合模型下这三个电子组态形成的全部原子态; (3) 在能级图上画出上述原子态间全部可能的跃迁。

六、(本题 15 分) 对一给定电子组态, 如不考虑自旋-轨道相互作用 (LS 耦合), 能级能量为  $A$ , 考虑自旋-轨道相互作用时, 能级分裂为三重, 三重态能级可表述为:  $E(L, S, J) = A + B\vec{L} \cdot \vec{S}$ , 其中  $B$  为比例系数。求三重态能级间隔的比值。

七、(本题 20 分) 利用  $He$  原子做塞曼效应实验。(1)  $He$  原子  $^1P_1 \rightarrow ^1S_0$  跃迁的光谱线在磁场中分裂为几条线? 要求作出相应的能级跃迁图。(2) 在垂直和平行于磁场方向观察, 分别可观察到几条谱线, 并指出它们的偏振性; (3) 如相邻谱线的波数差为  $\Delta\tilde{\nu} = 0.467\text{cm}^{-1}$ , 计算所用磁场的  $B$  值。

物理常数: 电子质量  $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{Kg}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{Js}$ ,  $R_\infty = 1.097 \times 10^7 \text{m}^{-1}$ ,  
 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $u_B = 0.9273 \times 10^{-23} \text{J/T}$ ,  $R_H = 1.097 \times 10^7 \text{m}^{-1}$

1 洛伦兹 (1L)  $= \frac{\mu_B B}{hc} = \frac{Be}{4\pi m_e c}$  可使用计算器、尺子等。