

## 2003 级《原子物理学》试题 A

物理常数： $R_H = 1.09677576 \times 10^7 m^{-1}$ ， $h = 6.6262 \times 10^{-34} Js$ ， $\frac{e}{m} = 1.7588 \times 10^{11} C/kg$

$$R_\infty = 1.09737312 \times 10^7 m^{-1}$$

### 一、简答题（每题 3 分，共 15 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、Mg 原子有单重态和三重态，但  $3s3s^3S_1$  态并不存在的原因。

### 二、选择题（每题 2 分，共 20 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 ( $\sum_i \ell_i = \text{奇数}$ )，  
这条定则从物理原因上分析，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 jj 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、碱金属原子精细结构能级可表示为  $E_{nj} = E_{nl} + W$ ，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
- 5、X 射线的连续谱有一确定的短波极限，这个极限  
A. 只取决于加在射线管上的电压，与靶材料无关  
B. 取决于加在射线管上的电压，并和靶材料有关  
C. 只取决于靶材料，与加在射线管上的电压无关  
D. 取决于靶材料原子的电离能
- 6、戴维逊—革末于 1927 年在镍单晶上所做电子衍射实验，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
- 7、满壳层或满次壳层电子组态相应的原子态是：  
A.  $^3S_0$     B.  $^1P_1$     C.  $^3P_0$     D.  $^1S_0$

8、X 射线本质上是一种电磁波，其波长的数量级约为：

- A.  $1000\text{\AA}$       B.  $1\text{\AA}$       C.  $100\text{\AA}$       D.  $0.0001\text{\AA}$

9、氢核、中子、氘核的质量分别为  $m_1, m_2, m_3$ ，那么氘核的结合能是：

- A.  $(m_1 + 2m_2) c^2$       B.  $(m_3 - m_1 - m_2) c^2$   
C.  $(m_3 - 2m_1 - m_2) c^2$       D.  $(m_1 + 2m_2 - m_3) c^2$

10、假如电子的自旋不是  $\frac{1}{2}$  而是  $\frac{3}{2}$ ，则元素周期表中第一个惰性元素原子序数是

- A. 2      B. 4      C. 6      D. 8

三、(每小题 5 分, 共 15 分) 若用能量为  $12.6\text{eV}$  的电子去轰击基态的氢原子时，试求 (1) 氢原子所能达到的最高能态；(2) 在能级图上标出受激发的氢原子向较低能级跃迁时，可能发出的谱线；(3) 计算出其中波长最短的一条的波长值；

四、(每小题 4 分, 共 12 分) (1) 把一个  $Li$  原子看做类 H 原子，求  $2s$  电子的电离能 (以  $\text{eV}$  为单位)；(2) 实验上  $Li$  原子光谱的主线系可表示为：

$$\tilde{\nu} = \frac{R}{(2-0.4049)^2} - \frac{R}{(n-0.4041)^2}, \text{ 求 } 2s \text{ 电子的电离能 (以 } \text{eV} \text{ 为单位) (} R \text{ 近似取}$$

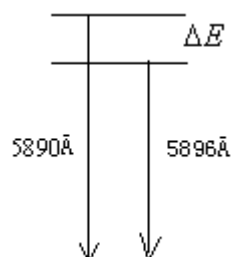
$R_\infty$ )；(3) 定性解释两者差别的原因。

五、(每小题 5 分, 共 15 分)

- (1) 求铍 ( $B_e$ ，原子序数 4) 原子基态的原子态；
- (2) 铍原子中的一个电子被激发到  $3p$  轨道，另一个还在  $2s$  轨道，此时可形成哪些原子状态？
- (3) 在能级图上画出向下面能级的所有可能的跃迁。

六、(每小题 4 分, 共 12 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  $5890\text{\AA}$ ， $5896\text{\AA}$  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  $\Delta E$  产生的原因；
- (3) 由题给数据求  $\Delta E$  的数值。



七、(第(1)、(2)问各4分,第(3)问3分,共11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) 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。

(3) 在垂直和平行于磁场方向观察,可分别观察到几条谱线,并指出它们的偏振性;