

## 物理学专业 2005 级《原子物理学》期终试题 B 参考答案

### 一、填空题（共 18 分）

每空 1 分。

- 1、卢瑟福  $\alpha$  粒子散射实验      夫兰克-赫兹实验
- 2、0.529                      13.59
- 3、波函数                      电子的波动性
- 4、1/2                               $\pm 1/2$
- 5、原子实的极化      价电子的轨道贯穿      电子自旋-轨道相互作用
- 6、不能有两个或两个以上的电子处于同一量子态。
- 7、量子态数      总角动量  $J$
- 8、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  衰变      核数衰减到原核数一半所经历的时间
- 9、重核裂变                      轻核聚变

### 二、简答题（共 10 分）

每小题 2 分。

- 1、 $^1S_0$  态。
- 2、差别来源于碱金属存在价电子的原子实极化和轨道贯穿效应。
- 3、一般光学光谱产生于价电子的跃迁，而 X 射线谱则产生于内层电子的跃迁。
- 4、跃迁涉及的上下两态的宇称必须相反。
- 5、泡利不相容原理的要求。

### 三、选择题（共 20 分）

每题 2 分。

- 1 C    2 A    3 D    4 A    5 A                      6 C    7 C    8 B    9 D    10 D

### 四、计算题（共 16 分）

第一、三问各 5 分，第二问 6 分。

(1) H 原子基态的电离电势为 13.6V;

H 原子第一激发态的电离电势为 3.4V。

(2) 最长的那条谱线为该线系的第一条谱线。波长分别为：

$$\text{赖曼系: } \tilde{\nu} = R_H \left[ \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right] = 1.0967758 \times 10^7 \left[ 1 - \frac{1}{4} \right] = 0.82258 \times 10^7 m^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1215.7 \text{ \AA}$$

$$\text{巴尔末系: } \tilde{\nu} = R_H \left[ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right] = 0.15233 \times 10^7 m^{-1} \quad \Rightarrow \lambda = 6564.7 \text{ \AA}$$

$$\text{帕邢系: } \tilde{\nu} = R_H \left[ \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right] = 0.0533 \times 10^7 m^{-1} \quad \Rightarrow \lambda = 18756.3 \text{ \AA}$$

$$(3) \left. \begin{aligned} R_H &= R_\infty \frac{1}{1 + \frac{m}{M_D}} \\ R_D &= R_\infty \frac{1}{1 + \frac{m}{M_D}} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\because M_D > M_H \\ &\therefore R_D > R_H \end{aligned}$$

由于  $\tilde{\nu} = R_A \left[ \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right]$  对给定的谱系  $m, n$

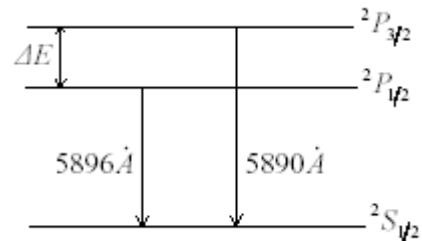
$$\tilde{\nu}_D > \tilde{\nu}_H$$

$\therefore \lambda_D < \lambda_H$ 。即 D 的线在 H 的线的短波（紫端）。

### 五、计算题（共 12 分）

由两小题组成，每小题 6 分。

- (1) 由于电子自旋与轨道运动的相互作用，使得  $^2P$  能级分裂为两个能级  $^2P_{3/2}$ ， $^2P_{1/2}$ 。而  $^2S$  能级不分裂（为  $^2S_{1/2}$ ）。分裂后能级图示：



- (2) 即求图示中的  $\Delta E$ 。

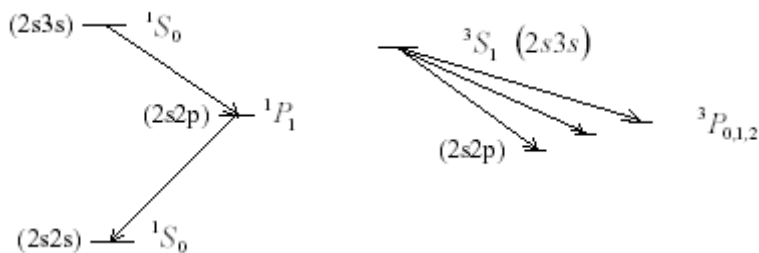
$$\begin{aligned} \Delta E &= E_{2P_{3/2}} - E_{2P_{1/2}} = (E_{2P_{3/2}} - E_{2S_{1/2}}) - (E_{2P_{1/2}} - E_{2S_{1/2}}) \\ &= \frac{hc}{5890 \text{ \AA}} - \frac{hc}{5896 \text{ \AA}} \\ &= 17.2 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

### 六、本题 12 分

由两小题组成，每小题 6 分。

- (1) 此时电子组态  $2s3s$ 。形成原子态： $^3S_1, ^1S_0$

- (2)



七、本题 12 分。

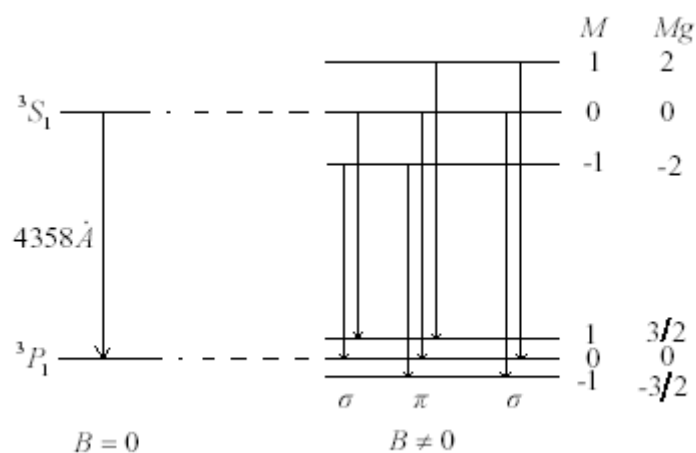
由三个问题组成，每个问题 4 分。

(1) 对  $^3S_1$  态，g 因子

$$g = 1 + \frac{J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)}{2J(J+1)} = 1 + \frac{1 \times 2 - 0 + 1 \times 2}{2} = 2$$

对  $^3P_1$  态， $g = 3/2$

分裂的情况：



按选择定则  $\Delta M = 0, \pm 1$ ，原谱线在磁场中分裂为 7 条谱线。

(2)  $\perp B$  观察时，可观察全部 7 条谱线，均为线偏振光。

//  $B$  观察时，可观察 4 条谱线，均为圆偏振光。

(3) 不等间隔。最小的相邻谱线间隔为

$$\Delta \bar{\nu} = L/2, \quad \frac{\mu_B B}{h} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Be}{4\pi mc}$$

又  $\Delta \bar{\nu} = \frac{\Delta \lambda'}{\lambda'^2}$ ，而光谱仪的  $\frac{\lambda}{\Delta \lambda} = 10^5$

故：  $\Delta \bar{\nu} = \frac{1}{10^5 \lambda'}$

即：  $\frac{1}{2} \cdot \frac{Be}{4\pi mc} = \frac{1}{10^5 \times 4358 \text{ \AA}}$

得：  $B = 1 \text{ (T)}$ 。