

# 一、氦原子能级的特点

## 1、有两套能级

单层（单态）→单线

三层（三重态）→复杂的结构

这两套能级之间一般没有互相跃迁的情况

## 2、三重态的能级总是低于相应的单态能级

## 3、 $n=1$ 的原子态不存在三重态

## 二、中心力场近似（独立粒子模型）

### ——多电子原子的理论处理方法

每一个电子是在核势场和其它电子的球对称平均场中独立无关的运动着。这种电子运动，其波函数的特性，与相应的 H 原子的波函数特性差别不大，因此仍可用四个量子数  $n, l, m_l, m_s$  来描述每一个电子的运动状态。

原子的能量  $E$  是单电子能量的总和

$$E = \sum_{i=1}^N E_{n_i l_i}$$

### 三、六种相互作用

**电子组态：** 氦原子有两个电子，这两个电子可以处在各种状态，  
合称电子组态

$G_1(s_1, s_2)$  ,  $G_2(l_1, l_2)$  ,  $G_3(l_1, s_1)$  ,  $G_4(l_2, s_2)$

$G_5(l_1, s_2)$  ,  $G_6(s_1, l_2)$

## 四、L-S 耦合和 j-j 耦合

1) L-S 耦合:  $\mathbf{G}_1, \mathbf{G}_2 \gg \mathbf{G}_3, \mathbf{G}_4$

$$\vec{s}_1 + \vec{s}_2 = \vec{S} \text{ 总自旋角动量}, \vec{S}^2 = S(S+1)\hbar^2,$$

$$S = s_1 + s_2 \text{ 或 } s_1 - s_2, \text{ 也就是 } S = 1, 0$$

$$M_S = S, S-1, \dots, -S$$

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_2 = \vec{L} \text{ 总轨道角动量}, \vec{L}^2 = L(L+1)\hbar^2,$$

$$L = l_1 + l_2, l_1 + l_2 - 1, \dots, |l_1 - l_2|$$

$$M_L = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm L$$

$$\vec{L} + \vec{S} = \vec{J} \text{ 原子的总角动量}, \vec{J}^2 = J(J+1)\hbar^2,$$

$$J = L + S, L + S - 1, \dots, |L - S|$$

$$M_J = J, J-1, J-2, \dots, -J$$

## 2)、j-j 耦合

此时， $\mathbf{G}_3, \mathbf{G}_4 \gg \mathbf{G}_1, \mathbf{G}_2$

$$\vec{l}_1 + \vec{s}_1 = \vec{j}_1 \text{ 电子的总角动量}, \quad \vec{l}_2 + \vec{s}_2 = \vec{j}_2$$

$$\vec{j}_1 + \vec{j}_2 = \vec{J} \text{ 原子的总角动量}$$

$$\vec{J}^2 = J(J+1)\hbar^2$$

$$J = j_1 + j_2, \quad j_1 + j_2 - 1, \quad \cdots, |j_1 - j_2|$$

$$M_J = J, J-1, J-2, \dots, -J$$