

第一次

5.1 氦原子中电子的结合能是 24.5 eV, 要使该电子的两个电子逐一电离, 总共需要多少能量?

解: 电离第一个电子需 $E_1 = 24.5 \text{ eV}$

电离第一个电子后成为类氦离子 He^+ ,

\therefore 电离第二个电子需 $E_2 = RhcZ^2 = 54.4 \text{ eV}$

$\therefore \Delta E = E_1 + E_2 = 78.9 \text{ eV}$

第二次

5.2 He 原子的两个电子处在 2s3p 组态, 在 LS 耦合下可能形成的原子态有哪几种? 用原子态的符号表示之.

解: $\therefore S_1 = S_2 = \frac{1}{2}, l_1 = 0, l_2 = 1$

$\therefore S = 0, 1, L = 1$

\therefore 有如下两种原子态:

$L = 1, S = 0, {}^1P_1$

$L = 1, S = 1, {}^3P_{2,1,0}$

5.3 已知 He 原子的两个电子分别被激发到 2p 和 3d 轨道, 其所构成的原子态为 3D , 这两个电子的轨道角动量之间的夹角和自旋角动量之间的夹角各是多少?

解: $S_1 = S_2 = \frac{1}{2}, l_1 = 1, l_2 = 2$

由题, 构成 3D , 则 $S = 1, L = 2$

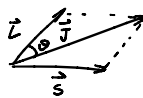
$$\text{则 } \cos(l_1, l_2) = \frac{L^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 l_2} = -\frac{\sqrt{3}}{6}, \vartheta(l_1, l_2) = 106^\circ 46'$$

$$\cos(s_1, s_2) = \frac{S^2 - s_1^2 - s_2^2}{2s_1 s_2} = \frac{1}{3}, \vartheta(s_1, s_2) = 70^\circ 32'$$

5.4 求 3F_2 态的总角动量和轨道角动量之间的夹角.

解: $S = 1, L = 3, J = 2$

$$\cos \theta = \frac{L^2 + J^2 - S^2}{2LJ} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$



则 $\theta = 19^\circ 28'$

5.6 对于量子数 $S = 1/2, L = 2$, 计算 $L \cdot S$ 的可能取值.

解: $\vec{S}^2 = S(S+1)\hbar^2 = \frac{3}{4}\hbar^2$, $\vec{L}^2 = L(L+1)\hbar^2 = 6\hbar^2$

$$J = \frac{5}{2}, \frac{3}{2}, \quad \vec{J}^2 = \vec{L}^2 + \vec{S}^2 + 2\vec{L} \cdot \vec{S}$$

$$\text{当 } J = \frac{5}{2}, \vec{J}^2 = \frac{35}{4}\hbar^2, \vec{L} \cdot \vec{S} = \frac{1}{2}(\vec{J}^2 - \vec{L}^2 - \vec{S}^2) = \hbar^2$$

$$\text{当 } J = \frac{3}{2}, \vec{J}^2 = \frac{15}{4}\hbar^2, \vec{L} \cdot \vec{S} = \frac{1}{2}(\vec{J}^2 - \vec{L}^2 - \vec{S}^2) = -\frac{3}{2}\hbar^2$$