

6.7 已知钒原子的基态为 $^4F_{3/2}$ ,

(1) 钒原子束在不均匀的磁场中将分裂为几束?

(2) 求基态钒原子的有效总磁矩 $\mu_J$ .

解: (1)  $2J+1 = 4$  束

$$(2) J = \frac{3}{2}, L = 3, S = \frac{3}{2}$$

$$g_J = 1 + \frac{J^2 - L^2 + S^2}{2J^2} = \frac{2}{5}$$

$$\mu_J = g_J \frac{e}{2m_e} \sqrt{J(J+1)} \hbar = \frac{\sqrt{15}}{5} \mu_B$$

6.8 已知铁原子(基态为 $^5D$ )束在横向不均匀磁场中分裂为9束,问铁原子的 $J$ 值为多少? 其总磁矩为多少? 如果上述铁原子通过磁场时的速度为 $v = 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 铁的原子量为55.85, 磁极的范围为 $L_1 = 0.03 \text{ m}$ , 磁极到屏的距离为 $L_2 = 0.10 \text{ m}$ , 磁场的横向梯度为 $dB/dy = 10^3 \text{ Wb} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m}^{-1}$ , 试求屏上偏离最远的两束原子之间的距离 $d$ .

解:  $2J+1 = 9 \Rightarrow J = 4$

$$L = 2, S = 2 \Rightarrow g_J = 1 + \frac{J^2 - L^2 + S^2}{2J^2} = \frac{3}{2}$$

$$\mu_J = g_J \frac{e}{2m_e} \sqrt{J(J+1)} \hbar = 3\sqrt{5} \mu_B$$

$$d = \frac{1}{2} \frac{g_J \Delta m_J \mu_B \frac{dB}{dy}}{A_h} \left(\frac{L_1}{v}\right)^2 \frac{L_1 + L_2}{L_1}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{8 g_J \mu_B N_A}{A} \frac{dB}{dy} \frac{L_1}{v^2} (L_1 + 2L_2)$$

$$= 4.14 \times 10^{-3} \text{ m}$$

6.11 在平行于磁场方向观察到某光谱线的塞曼效应分裂的两谱线间波长差为 $\Delta\lambda = 0.040 \text{ nm}$ , 所加的磁场为 $B = 2.5 \text{ Wb} \cdot \text{m}^{-2}$ , 试计算该光谱线原来的波长.

解:  $h\nu = g_J \mu_B B = h \frac{c}{\lambda} \Delta\lambda$

若  $g_J=1$ , 则  $\lambda = \left( \frac{hc}{g_J \mu_B B} \Delta\lambda \right)^{\frac{1}{2}} = 585.5 \text{ nm}$

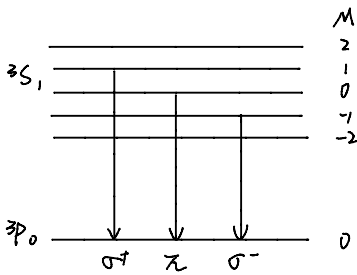
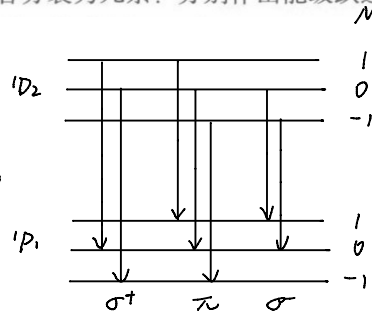
6.12 氦原子光谱中波长为 667.81 nm ( $[1s3d]^1 D_2 \rightarrow [1s2p]^1 P_1$ ) 及 706.51 nm ( $[1s3s]^3 S_1 \rightarrow [1s2p]^3 P_0$ ) 的两条光谱线, 在磁场中发生塞曼效应时各分裂为几条? 分别作出能级跃迁图.

解:  $^1 D_2: S=0, g_J=1$ , 能级分裂为 3 条

$^1 P_1: S=0, g_J=1$ , 能级分裂为 3 条

如右图所示, 波长为 667.81 nm ( $^1 D_2 \rightarrow ^1 P_1$ )

的谱线分裂为 3 条



$^3 S_1: S=1, L=0, J=1, g_J=2$ , 能级分裂为 5 条

$^3 P_0: S=1, L=1, J=0$ , 能级不分裂

如左图所示, 波长为 706.51 nm ( $^3 S_1 \rightarrow ^3 P_0$ ) 的光谱线分裂为 3 条

6.24 锌原子  $^3 S_1$  到  $^3 P_0$  跃迁的一条光谱线, 在 1.00 T 的外磁场中发生塞曼分裂, 问: 从垂直于磁场方向观察, 分裂为几条? 画出格罗春图, 算出相邻两谱线的波数差, 这是否属于正常塞曼效应?

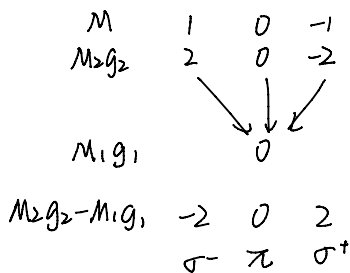
解:  $^3 S_1: S=1, L=0, J=1, g_2=2$

$^3 P_0: S=1, L=1, J=0$ , 能级不分裂

由跃迁选择定则, 分裂为一条  $\sigma^+$  线, 一条  $\pi$  线, 一条  $\sigma^-$  线,

垂直于磁场方向 3 条谱线均能观察到.

格罗春图:



相邻两谱线波数差:

$$\Delta\tilde{\nu} = \Delta(M_2 g_2 - M_1 g_1) \frac{L}{h} = 2 \frac{\mu_B B}{hc} = 93.3 \text{ m}^{-1} = 0.933 \times 10^{-7} \text{ nm}^{-1}$$

谱线分裂后, 有一条在原位, 而且谱线间隔相等, 是正常塞曼效应.

7.1 已知 K 的电离能为 4.3 eV, Cl 的电子亲和势为 3.62 eV, KCl 分子的平衡距离为

0.279 nm, 根据这些数据估算 KCl 分子的解离能.

解:  $E = E^- - E^+ + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

$$= 3.62 \text{ eV} - 4.3 \text{ eV} + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = 4.48 \text{ eV}$$