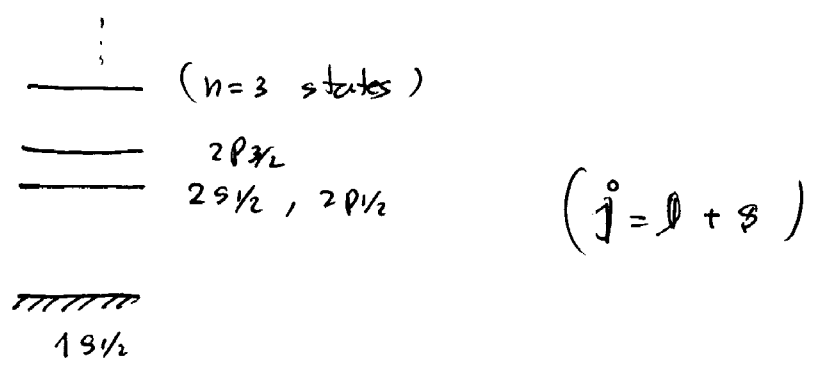


8-5 Zeeman 軌道相互作用

84

【水素原子のスペクトル】 (実験)



$$(j = l + s)$$

$2p_{3/2}$

軌道角運動量 $\downarrow$ $\leftarrow$ スピン

$j = l + \frac{1}{2}, l - \frac{1}{2}$

の j

(今 $l=1$ の場合, $j = 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ と $j = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$)

● Schrodinger 方程式

$$E_n = - \frac{m(Ze^2)^2}{2\hbar^2 n^2}$$

(角運動量 l にも スピン s にも
 α, β は u, d, u, d !!)

実験:

 $2l+1/2$ の方が正しい

$$2e^2 \cdot \text{軌道磁気係数}$$


$$V_{ls}(r) = - \frac{1}{2m^2 c} \frac{dV(r)}{dr} (\mathbf{l} \cdot \mathbf{s})$$

$$V(r) = - \frac{Ze^2}{r}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{l} = \mathbf{r} \times \hat{\mathbf{p}} \\ \mathbf{s} = \frac{1}{2} \boldsymbol{\sigma} \end{array} \right., \quad \hat{\mathbf{p}} = -i\hbar \nabla$$

• 全角運動量 $\mathbf{j}$

$$\mathbf{j} = \mathbf{l} + \mathbf{s}$$

∴ 新しい量子数になった



(Dirac 方程式)

② $p_{3/2}$ & $p_{1/2}$ 的 $\pm \frac{1}{2} \hbar$ 分裂

$$\begin{cases} p_{3/2} : \quad \hat{j} = \frac{3}{2} \quad l=1, s=\frac{1}{2} \\ p_{1/2} : \quad \hat{j} = \frac{1}{2} \quad l=1, s=\frac{1}{2} \end{cases}$$

$$\langle j m | \mathbf{L} \cdot \mathbf{S} | j m \rangle = \frac{\hbar^2}{2} [\hat{j}(\hat{j}+1) - l(l+1) - s(s+1)]$$

$$\begin{cases} |j m\rangle = \sum_{m_l m_s} C_{m_l m_s} Y_{l m_l}^{(orb)} \chi_{m_s} \\ \mathbf{L} \cdot \mathbf{S} = \frac{1}{2} [\mathbf{D}^2 - \mathbf{L}^2 - \mathbf{S}^2] \\ = \frac{\hbar^2}{2} [\hat{j}(\hat{j}+1) - l(l+1) - s(s+1)] \end{cases}$$

$$\Delta E_{l-s} = \left\langle + \frac{1}{2m^2 r} \frac{dV}{dr} \right\rangle \cdot \langle \mathbf{L} \cdot \mathbf{S} \rangle$$

$$\text{但 } V = -\frac{Ze^2}{r}$$

$$= \underbrace{\left\langle \frac{Ze^2}{2m^2 r^3} \right\rangle}_{\text{"C. 常数"}} \cdot \langle \mathbf{L} \cdot \mathbf{S} \rangle$$

$2p \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \frac{1}{2} C_0 \quad (2p_{3/2})$ $\quad \quad \quad \text{---} \quad \text{---} \quad -\frac{3}{2} C_0 \quad (2p_{1/2})$
--