N17INS (29,21)

On the Structure of Energy Levels of the Atomic Nuclei

By Hideki Yukawa

(Read March 13, 1937)

Wigner は nuclear Hamiltonian の symmetry properties からして、その term system ~~energy level~~ の structure を論じた。この場合 nuclear wave function の ~~particle の~~ argument は各 particle の coord $\vec{r}_i$, ordinary spin s_i, 及び isotopic ~~isobaric~~ spin τ_i ~~と~~ となつてあらはれる。

今 Hamiltonian が coord, 及び momentum 丈の函数とすると、

$$\vec{S} = \sum_i \vec{s}_i \,, \quad T = \sum_i \tau_i$$
$$Y = \sum_i \tau_i s_i$$

は互いに commute する dynamical variables の set を形成して居り、且 constant of motion である。故に各 stationary state に (S, T, Y) の一組の値を assign しうる。之に ~~perturbation~~ s_i, τ_i に depend する perturbation が加はつてくると ~~spin-orbit の~~ $\vec{s}_i\vec{s}_j$ coupling がない限り、~~constant である~~ 場合によつては (S, T, Y) の異なる state 相互の transition が起こる。
この場合、S, T, Y の異なる色々な状態が multiplet を作つてゐると考へられる。

勿論 S, T, Y を定めても状態は沢山ある。例へば
$(s_1\ s_2 \cdots)(\tau_1\ \tau_2 \cdots)\left(\left(\text{or } (s_i+1) + \frac{\tau_i+1}{2} + 1\right.\right.$ ~~$= 4 + 2s_i + \tau_i$~~ $\left.\left.\right)\right)$ の組は之と区別しうる。

$= \frac{7}{2} + 2s_i + \frac{\tau_i}{2}$

$= \frac{3}{2} + s_i + \frac{\tau_i}{2}$

$\eta_i = s_i + \frac{\tau_i}{2} + \frac{5}{2}$ は 1, 2, 3, 4 の値をとり、又 $\frac{1}{4}(1 \pm s_i)(1 \pm \tau_i)$, $\frac{1}{4}(1 \pm s_i)(1 + \tau_i)$, $\frac{1}{4}(1 + s_i)(1 \pm \tau_i)$, $\frac{1}{4}(1 + s_i)(1 + \tau_i)$ は夫々 $\eta_i = 1, 2, 3, 4$ の時丈 1 である。それ以外は 0

$$(s_{x1} - s_{x2})(s_{z1} + s_{z2}) - (s_{z1} + s_{z2})(s_{x1} - s_{x2})$$
$$= -2i(s_{y1} + s_{y2})$$

$$\therefore\ \mu_1 = \frac{1}{4}\sum_i (1-s_i)(1-\tau_i) = \frac{1}{4}(N - S - T + Y)$$

$$\mu_2 = \frac{1}{4}\sum_i (1-s_i)(1+\tau_i) = \frac{1}{4}(N - S + T - Y)$$

$$\mu_3 = \frac{1}{4}\sum_i (1+s_i)(1-\tau_i) = \frac{1}{4}(N + S - T - Y)$$

$$\mu_4 = \frac{1}{4}\sum_i (1+s_i)(1+\tau_i) = \frac{1}{4}(N + S + T + Y)$$

S の eigenwert は $\sum_i (\vec{s}_i)^2 = 4\Sigma(\Sigma+1)$ の eigenwert Σ に対し， $S = \Sigma, \cdots \sim -\Sigma$ なる値をとりうる。

又 ~~T は~~ Y は $\sum_i (\tau_i \vec{s}_i)^2 = \cancel{R(R+1)}\,4\Sigma(\Sigma+1)$ の eigenwert R に対し $Y = R_{\Sigma} \cdots - R_{-\Sigma}$ なる値をとりうる。

故に Σ, R を与へると（又 T は $\sum(\vec{\tau}_i)^2 = 4R(R+1)$ に対し， $T = R \cdots -R$ の間の値をとりうる）

multiplet をあらはすのに $\Lambda_4 = \cancel{S+T+Y}$ ， $\Lambda_3 = \cdots$

$\Lambda_4 = \frac{1}{4}(N+S+T+Y)$ 　 μ_3 　 $\cdots$

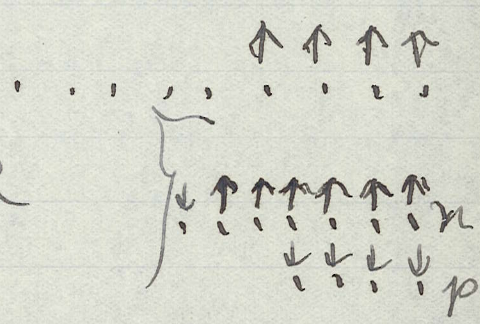
の highest set をとる。

すると $\Lambda_4 = N + 2\Sigma + R$， 　 $\Lambda_3 = N + \Sigma$

$$(S+T)^2 \leq \sum_i \{(1+\tau_i)\vec{s}_i\}^2 = 2\sum_i (1+\tau_i)(\vec{s}_i)^2$$

$$= 2\Big(4\Sigma(\Sigma+1) + \sum_i \tau_i (\vec{s}_i)^2\Big)$$

$$= 2\big(4\Sigma(\Sigma+1) + 3Y\big)$$



$S = -\Sigma \cdots +\Sigma$

$Y = -\Sigma \cdots +\Sigma \ ; \ -R \cdots +R$

$T = -R \cdots +R$.

$R > \Sigma$; $Y = -\Sigma \cdots +\Sigma$. 　 $m_1 > n_1$ 　 n_1

$\Sigma > R$; 　 $m_2 < n_2$ 　 m_2

$\Sigma = m_1 - m_2$, 　 $R = n_1 - n_2$ 　 $\dfrac{n_1 + m_2 - (m_1 + n_2)}{R - \Sigma}$

$S = \frac{3}{2}$, $T = \frac{3}{2}$, $Y = \frac{1}{2}$, $N = 5$,

S	↑↑↑↓↑	↑↑↑↓↑
T	n n n p p	n n p n p
Y	+ + + − −	+ + − − −

↑↑↓↓↑

L=1 S=$\frac{1}{2}$

L+S

p. $\frac{3}{2}$, $\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, $-\frac{3}{2}$,

L−S. $\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$

1, 0 −1,

$\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$