DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE
NO. 1

1. g_1 及 g_2 の決定.

IV[1] によると 重粒子間の力のポテンシャルは

$$V_{12} = \frac{\vec{\tau}^{(1)}\vec{\tau}^{(2)}}{2}\left\{g_1^2 + \frac{2g_2^2}{3}(\vec{\sigma}^{(1)}\vec{\sigma}^{(2)})\right\}\frac{e^{-\kappa r}}{r} \qquad (1.1)$$

で与へられる. 之から 中性子陽子間の Triplet state 及 Singulet state の交互作用として

$$\left.\begin{aligned} V_{12}^{(3)} &= -\left(\tfrac{3}{2}g_1^2 + g_2^2\right)\frac{e^{-\kappa r}}{r} \\ V_{12}^{(1)} &= -\left(-\tfrac{1}{2}g_1^2 + g_2^2\right)\frac{e^{-\kappa r}}{r} \end{aligned}\right\} \qquad (1.2)$$

を得る. $V_{12}^{(3)} : V_{12}^{(1)} = 2 : 1$ になる様にするには

$$\frac{5}{2}g_1^2 = g_2^2$$

と得らべはよい. 従って

$$g_1^2 = \frac{g^2}{4}, \qquad g_2^2 = \frac{5g^2}{8} \qquad (1.3)$$

とかくと

$$\left.\begin{aligned} V_{12}^{(3)} &= -g^2\frac{e^{-\kappa r}}{r} \\ V_{12}^{(1)} &= -\frac{g^2}{2}\frac{e^{-\kappa r}}{r} \end{aligned}\right\} \qquad (1.4)$$

となる. 一般には

$$V_{12} = \vec{\tau}^{(1)}\vec{\tau}^{(2)}\left\{\frac{1}{8} + \frac{5}{24}(\vec{\sigma}^{(1)}\vec{\sigma}^{(2)})\right\}\frac{g^2 e^{-\kappa r}}{r} \qquad (1.5)$$

を得る.[2]

---

(1)

(2) Kemmer;

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

Deuton の Binding Energy が 2.17 MEV である事実から g と κ の間に一つの関係を得る. 今

$$\frac{g^2 M}{\kappa \hbar^2} = a \qquad (1,6)$$

と置くと, a は κ に余り依らない常数になる事が判る. 例へば $V_{12}^{(3)}$ として (1,4) の代りに

$$V_{12}^{(3)} = -g^2\kappa \qquad (r_{12} < \tfrac{1}{\kappa})$$
$$V_{12}^{(3)} = 0 \qquad (r_{12} > \tfrac{1}{\kappa}) \qquad (1,7)$$

或る Potential hole で置きかへた場合には

$$a = \frac{\pi^2}{4} = 2,47 \qquad (1,8)$$

となつて全く κ に依らない.[3]

又 $V_{12}^{(3)}$ として厳密な形 (1,4) を假定した場合には Sachs 及 Goeppert-Mayer の計算の結果によると a は κ により次の如くゆるやかに変る.

$\frac{1}{\kappa}$	1,18	1,54	1,93	2,39
a	2,30	2,50	2,70	2,78
			(200m)	~~(150m)~~ (160m)

m_u	200 m	160 m	125 m	100 m
a	2,70	2,78	3,15	3,48

Table I

(1,3) 及 (1,6) より

$$\frac{g_1^2}{\hbar c} = \frac{a}{4}\left(\frac{m_u}{M}\right) \qquad (1,9)$$

$$\frac{g_2^2}{\hbar c} = \frac{5a}{8}\left(\frac{m_u}{M}\right) \qquad (1,10)$$

(3) Bethe and Bacher; Rev. Mod. Phys.

(4) Sachs and Goeppert mayer; Phys. Rev. 53 (1938) 791

2. g' の決定

IV によると β線の分布則は IV(63) で与へられる. K. U. 型の分布を得るには λ_2 及 μ_2 が零でない事が必要であるが，之等が Ansatz の中にあると U粒子の寿命が非常に短かくなる事が判ったし[1]，又最近の軽原子核に関する実験[5][6] は Fermi 型の Ansatz を要求してゐるから $\lambda_2=\mu_2=0$ の場合を論ずる. その場合 β放射能核の寿命は

$$\frac{1}{T} = \frac{mc^2}{\hbar}\left\{G_1^2|M_1|^2 + G_2^2|M_2|^2\right\}\int_0^{\varepsilon_0}(\varepsilon_0-\varepsilon)^2\sqrt{\varepsilon^2-1}\,\varepsilon\,d\varepsilon \qquad (2.1)$$

で与へられる. 但し ε_0 は勢力上限の値（単位 mc^2）で G_1 及 G_2 は次の式で与へられる常数，M_1, M_2 は次の Matrix Element である：

$$G_1 = \frac{m^2c}{\sqrt{(2\pi^3)}\,\hbar^3}\,\frac{4\pi g_1 g'\lambda_1}{\kappa^2} \qquad (2.2)$$

$$G_2 = \frac{m^2c}{\sqrt{(2\pi^3)}\,\hbar^3}\,\frac{4\pi g_2 g'\mu_1}{\kappa^2} \qquad (2.3)$$

$$M_1 = \int \tilde{v}_m u_n\,d\tau\,, \quad M_2 = \int \tilde{v}_m \sigma u_n\,d\tau \qquad (2.4)$$

(2.a) Be[7]核の K-electron capture の実験[6][7] によると β崩壊際の Selection rule を正しく説明するには μ_1 は λ_1 より大きいか同じ order でなければならない. 特に

$$\mu_1 = 1, \quad \lambda_1 = 0 \qquad (2.5)$$

と選ぶと

(5)
(6)
(7)

$$\left.\begin{array}{l} G_1 = 0 \\ G_2 = \sqrt{\frac{8}{\pi}} \left(\frac{m}{m_u}\right)^2 \frac{g_2 g'}{\hbar c} \end{array}\right\} \quad (2.6)$$

一方G_2として Fermi が β崩壊核の壽命から決めた値

$$G_2 \fallingdotseq 1.1 \times 10^{-13} \quad (2.7)$$

で与へられる．（此値は Fermi の const. $f = 4 \times 10^{-50}\ \mathrm{cm^3 erg}$ ととつた場合に相当する．假の理論では $\frac{f m^2 c}{\sqrt{(2\pi^3)}\,\hbar^3} = G$ ）

(2.6)を g'につき解くと

$$\frac{g'^2}{\hbar c} = \frac{\pi}{8} G_2^2 \left(\frac{\hbar c}{g_2^2}\right) \left(\frac{m_u}{m}\right)^4 \quad (2.8)$$

g_2 に前節の値 (1.10) を入れると

$$\boxed{\frac{g'^2}{\hbar c} = \frac{\pi}{5} \frac{G_2^2}{a} \left(\frac{M}{m}\right) \left(\frac{m_u}{m}\right)^3} \quad (2.9)$$

(2.9) に次の数値を入れる；

$$\frac{M}{m} = 1840$$

$$\frac{m_u}{m} = 100\,x$$

$$G_2 = 1.1 \times 10^{-13}$$

$$a = \cancel{2.47}\ 2.78$$

そうすると (2.9) は*

$$\frac{g'^2}{\hbar c} = \overset{5.0}{\cancel{5.7}} \times 10^{-18} x^3 = \begin{cases} 5.7 \times 10^{-18} & (x=1) \\ 4.5 \times 10^{-17} & (x=2) \end{cases} \quad (2.10)$$

*) (I) に於ては $g' = 4 \times 10^{-17}$ 即ち $\frac{g'^2}{\hbar c} = 5 \times 10^{-17}$ ととつてある

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

(2.b)　次に (2.5) と逆の Case 即ち

$$\lambda_1 = 1, \quad \mu_1 = 0 \qquad (2.11)$$

の場合には

$$\left.\begin{aligned} G_1 &= \sqrt{\frac{8}{\pi}} \left(\frac{m}{m_U}\right)^2 \frac{g_1 g'}{\hbar c} \\ G_2 &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (2.12)$$

之から

$$\frac{g'^2}{\hbar c} = \frac{\pi}{8} G_1^2 \left(\frac{\hbar c}{g_1^2}\right) \left(\frac{m_U}{m}\right)^4$$

(1.9) を入れて

$$\boxed{\frac{g'^2}{\hbar c} = \frac{\pi}{2} \frac{G_1^2}{a} \left(\frac{M}{m}\right) \left(\frac{m_U}{m}\right)^3} \qquad (2.13)$$

之に前の数値を入れると

$$\frac{g'^2}{\hbar c} = \cancel{1.4}\ 1.3 \times 10^{-17}\, x^3 = \begin{cases} 1.4 \times 10^{-17} & (x=1) \\ 1.1 \times 10^{-16} & (x=2) \end{cases} \qquad (2.14)$$

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

3、U粒子の壽命

IVによると　$\lambda_2 = \mu_2 = 0$ の場合には次の式で与へられる；

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_0} \frac{m_U c}{E} \qquad (3.1)$$

但し

$$\frac{1}{\tau_0} = \frac{g'^2}{\hbar c} \frac{m_U c^2}{\hbar} \left\{ \frac{2}{3}\lambda_1^2 + \frac{1}{3}\mu_1^2 \right\} \qquad (3.2)$$

$\frac{g'^2}{\hbar c}$ として前節 (2.10) 或は (2.14) の値を入れると

(i) $\lambda_1 = 0$ の場合

$$\tau_0 = \overset{7.7}{\cancel{6.4}} \times 10^{-6}\, x^{-4} = \begin{cases} \overset{7.7}{\cancel{6.4}} \times 10^{-6}\ \mathrm{sec} & (x=1) \\ \underset{4.8}{\cancel{4.2}} \times 10^{-7}\ \mathrm{sec} & (x=2) \\ 1.2 \times 10^{-6}\ \mathrm{sec} & (x=1.6) \end{cases} \qquad (3.3)$$

(ii) $\mu_1 = 0$ の場合

$$\tau_0 = \overset{1.5}{\cancel{1.3}} \times 10^{-6}\, x^{-4} = \begin{cases} \overset{1.5}{\cancel{1.3}} \times 10^{-6}\ \mathrm{sec} & (x=1) \\ \underset{1.0}{\cancel{0.8}} \times 10^{-7}\ \mathrm{sec} & (x=2) \\ 2.4 \times 10^{-7}\ \mathrm{sec} & (x=1.6) \end{cases} \qquad (3.4)$$

---

i) $\frac{1}{\tau_0} = \frac{\pi}{5} \frac{1}{a} \left(\frac{f m^2 c}{\sqrt{2\pi^3}\, \hbar^3} \right)^2 \cdot \cancel{\left(\frac{M}{\mu}\right)} \left(\frac{m_0}{100m} \right)^4 \frac{m_0 c^2}{\hbar} \left\{ \frac{2}{3} \cancel{2} = \frac{1.4 \times 10^{-17} \cancel{\times 18}}{a \times 1.28 \times 10^{-24}} \right.$

$\times \left(\frac{m_0}{100m} \right)^4 \times 100$

ii) $\frac{1}{\tau_0} = \frac{\pi}{\cancel{5}2}$　　〃　〃　$\frac{2}{3}$

$\times \frac{1}{3}$

$$= \frac{1.4 \times 10^6 \times x^4}{1.28 \times 3 \times a} = \frac{10^6 \times x^4}{0.714 \times 1.28 \times 3\ a}$$

$\frac{1}{1.4} = 0.714$