

Yukawa Hall Archival Library  
 Research Institute for Fundamental Physics  
 Kyoto University, Kyoto 606, Japan

是期の竹内氏の著、如く、proton is elementary  
 此の「proton」は、原子核の構成成分として、  
 此の「N, P」の interaction は、  
 11月17日 described by 湯川秀樹

(N)-e  
 (N)+p  
 DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

E01092P01

DATE Nov. 17  
 NO. 1  
 湯川秀樹原稿 (105頁)

1. Yukawa : On the Interaction of Elementary Particles

1. 近頃 Fermi は Pauli の neutrino の hypothesis を  
 $\beta$ -ray の disintegration を説明し、  
 此の結果は割に一致した。  
 併しこの理論は neutron と proton の interaction に関して  
 未だ...

この「neutron と proton」の transition  
 の energy は  $10^8$  eV 程度の degeneration  
 がある。故に  $n \rightarrow p$  の state の transition 確率、neutrino  
 の emission, absorption による transition の probability  
 は、degeneration による repulsive to state  
 attractive to state である。故に attractive  
 の energy は  $10^8$  eV 程度の  
 $10^8$  eV (gamma 線) nuclear distance での interaction  
 の energy の mean value は

N, P	P, P	N, N	P, N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$$\frac{g}{\text{nuclear volume}} = \frac{45 \times 10^{-50}}{(10^{-12})^3} = 5 \times 10^{-14} \text{ erg}$$

= 0.03 e.v.



DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....  
 NO. 3.....

$$U = \frac{g^2}{r} e^{-\lambda r}$$
 球形に等しい。これは central symmetric potential である。eg.  

$$\{\Delta - \lambda^2\} U = 0. \quad \text{for } r \neq 0.$$

これは wave equation である。  

$$\{\Delta - \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \lambda^2\} U = \dots$$
 これは Schrödinger である。  
 この  $\psi$  は  $r \rightarrow \infty$  で  $\psi \rightarrow 0$  である。これは  $r \rightarrow \infty$  での境界条件。  
 i)  $r \rightarrow \infty$  での  $U$  は neutron の potential  $\psi$ 。 wave eq の  
 これは proton の density  $\rho$  である。これは  $r \rightarrow \infty$  での境界条件。  
 これは  $r \rightarrow \infty$  での neutron の density  $\rho$  である。これは  $r \rightarrow \infty$  での境界条件。  
 これは  $r \rightarrow \infty$  での neutron の density  $\rho$  である。これは  $r \rightarrow \infty$  での境界条件。  

$$+ \text{or } - 4\pi g$$
 これは neutron の potential の constant  

$$U = \frac{g^2}{r} e^{-\lambda r}$$

これは repulsive or attractive force for  $\rho < 0$  である。  
 これは  $r \rightarrow \infty$  での境界条件。これは  $r \rightarrow \infty$  での境界条件。  
 electrostatic force is analogous to force for  $\rho < 0$  である。これは  
 (charge density)  $\rho$  である。

DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....  
 NO. 4

ii)  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.

iii)  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.

iv)  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.

-40g  $\psi$

v)  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.

vi)  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.

$$\lambda \approx 10^{-12} \text{ cm}$$

vii)  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.  $\psi$  is the wave function of the neutron in the  $P \rightarrow N$  transition.



DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....  
 NO. 65

(eigen mass  $\epsilon_3$  (or))

$$u = u(xyz) e^{-i\omega t/\hbar}$$

$$\tilde{u} = \tilde{u}(xyz) e^{i\omega t/\hbar}$$

or  $\omega$ ,

$\psi$  wave eq.  $\Delta \psi = -4\pi g \psi$

or  $\omega$ ,  $\psi = u$

$$U = U(xyz) e^{-i(\omega - \omega_p) t/\hbar} = U e^{-i\omega t}$$

or  $\omega$ ,  $\psi$

$$\left\{ \Delta - \left( \lambda^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \right) \right\} U = -4\pi g \cdot \psi u$$

or  $\omega$ ,

$$U(x) = g \int \frac{e^{-\mu|x-x'|}}{|x-x'|} \tilde{u}(x') u(x') dx'$$

or  $\omega$ ,  $\psi$

$$\mu = \sqrt{\lambda^2 - \frac{\omega^2}{c^2}}$$

or  $\omega$ ,

$$\lambda > \frac{\omega}{c} \quad \text{or} \quad m c^2 > \omega - \omega_p$$

or  $\omega$ ,  $\psi$

$\mu$ : real  $\psi$ . Heisenberg's Play method  
 $\omega > \omega_p$  is  $e^{i\omega t}$  for  $\omega > \omega_p$ .  $\omega < \omega_p$ , interaction is  $\psi$   
 $\omega < \omega_p$ .





OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY  
 DEPARTMENT OF PHYSICS

DATE

NO. 8

... ..  
 ... ..  
 ... ..  
 ... ..  
 ... ..

... ..  
 ... ..  
 ... ..  
 ... ..  
 ... ..

$$\{W + \rho_1(\sigma \cdot p) + \rho_2 mc\} \psi = 0$$

$$\{ -W + \rho_1(\sigma \cdot p) + \rho_2 mc \} \psi = 0$$

$$\{ -W - \rho_1(\sigma \cdot p) + \rho_2 mc \} \psi = 0$$

$$\{ -W - \rho_1(\sigma \cdot p) + \rho_2 mc \} \psi = 0$$

$$H = \rho_1(\sigma \cdot p) + \rho_2 mc$$

$$\rho_2 \psi$$

$$-i \rho_3 \sigma_2 \psi$$

$$\psi' = \frac{-i \rho_3 \sigma_2 \psi}{\psi}$$



DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO. 9

4. 自由電子のβ-崩壊のスペクトル、内部変換の理論 (Taylor, Motz) 等は、 $\beta$  崩壊の直接結合を考慮して、 $N \rightarrow P + e + \bar{\nu}$  の遷移振幅を計算する。

Fermi の  $e, \nu$  の相互作用は、 $\psi_e^\dagger \psi_\nu$  の形式で、 $\beta$  崩壊の遷移振幅を計算する。電子と反ニュートリノの相互作用は、 $\psi_e^\dagger \psi_\nu$  の形式で、 $\beta$  崩壊の遷移振幅を計算する。

相互作用は  $\int d^3x \psi_e^\dagger \psi_\nu$  の形式で、 $\beta$  崩壊の遷移振幅を計算する。相互作用は  $\int d^3x \psi_e^\dagger \psi_\nu$  の形式で、 $\beta$  崩壊の遷移振幅を計算する。

$$\delta = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

遷移振幅  $N \rightarrow P + e + \bar{\nu}$  の遷移振幅は、 $\int d^3x \psi_e^\dagger \psi_\nu$  の形式で、 $\beta$  崩壊の遷移振幅を計算する。

DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....  
 NO. 10

its matrix element is  $\delta E_{12} < \hbar \omega_{12}$ .

$\lambda$  electron, neutrino, wave number  $u(x)$ ,  $v(x)$   
 with  $\delta_{12}$ .  $v(x)$  is  $\delta$ -function  $\delta(x-x')$

$$\int \frac{e^{-\lambda r_{12}}}{r_{12}} dv_{12} = 4\pi \int_0^\infty e^{-\lambda r} r dr$$

$$= \frac{4\pi}{\lambda^2}$$

$$\therefore \frac{e^{-\lambda r_{12}}}{r_{12}} \approx \frac{4\pi}{\lambda^2} \delta(r_{12})$$

$$\text{for } \lambda \rightarrow 0, \quad \frac{4\pi g^2}{\lambda^2} \int \tilde{v}(x) u(x) \cdot \sum_k \psi_k(x) \phi_k(x) \cdot dv$$

is the Fermi interaction energy  $\times \hbar \omega_{12}$   
 Fermi  $g$  is arbitrary  $\frac{4\pi g^2}{\lambda^2}$

or  $\lambda \rightarrow \infty$   
 Fermi  $g = 4 \cdot 10^{-50} \text{ cm}^3 \cdot \text{erg}$   
 $\lambda = 5 \times 10^{12}, g = 6 \cdot 25 \cdot 3 \times 10^{-9}$

is  $\lambda \rightarrow \infty$   
 $\frac{4\pi g^2}{\lambda^2} = 10^{-31} \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{erg}}{\text{cm}^2} g'$   
 $\frac{4 \times 10^{-50}}{25 \times 10^{24}} g' = 10^{-24} \frac{15}{12.65 \times 3} = 3 \times 10^{-19}$   
 $\frac{18}{24} \frac{10^{-19}}{42} g' \approx 10^{-19} \frac{19}{13} \frac{1}{13}$

$$\frac{12.65 \times 3 \times 10^{-9}}{25 \times 10^{24}} g' = 4 \times 10^{-50}$$

