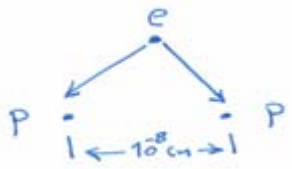
تفسير القوى النووية (Meson theory):

لنفترض وجود بروتونين المسافة بينهما (10^{-8} cm)، حسب قانون كولوم فان القوة التي تنشأ بينهما هي تنافرية. لكن في حالة وجود الكترون مثلاً بالقرب منهما فان الالكترون سيتجاذب مع كل من البروتونين كما في الشكل ادناه:



الشكل يبين قوة التجاذب بين الالكترون والبروتونين

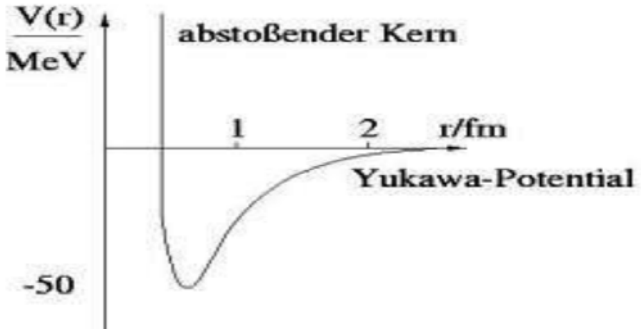
جميع القوى الفيزياوية اشتقت من نظرية المجال الكمي ,حيث فسرت هذه النظرية كل من القوة الكهرومغناطيسية وقوة الجذب معتمدة على تبادل جسيمة اطلق عليها (جسيم المجال .) فكان الفوتون في الحالة الاولى والجذب في الحالة الثانية يشبه الفوتون له كتلة صفر وينتقل بسرعة الضوء.اما في حالة القوى النووية كذلك اشتقت من نظرية المجال ,حيث اقترح العالم الياباني H.Yukawa في عام 1935 اول نظرية لتوضيح القوة النووية وافترض وجود جسيم يسبب تبادله بين النيوكلونات القوة النووية بان النويات مربوطه في النواة بمجال يكون محمولا بواسطة كم بنفس الطريقة التي فيها المجال الكهربائي محمولا بواسطة الفوتون .وبما ان المسافة صغيرة بين النويات لذا فان الفوتون المقترح يكون له طول موجي قصيرناتج عن طاقة العالية وتسمى القوى في هذه الحالة بالقوى التبادلية.

لقد اثبت يوكاوا ان مدى القوة النووية يتناسب عكسيا مع كتلة الجسيم وتنبأ ان تكون كتلته بقدر ٢٠٠ مرة بقدر كتلة الالكترون ولان الجسيم الجديد يمتلك كتلة بين كتلة الالكترون وكتلة البروتون فقد سماه ميزون باي (π-meson) من خلالها يتبادل بروتونين داخل النواة القوة بينهما.

الفرضيات التي اقترحها يوكاوا هي

١- اقترح جهد رياضي لتمثيل تفاعل النيوكلون –النيوكلون وهو جهج نووي قصير المدى يمثل التاثر بين النواة واحد الجيمات الاولية ويوصف بالمعادلة

$$V(r) = -g^2 \frac{e^{-mr}}{r}$$



٢- تم التعرف على قوة التبادل exchange force
٣- حاول يوكاوا ايجاد الجهد الذي سيصف تبادل الجسيمات المؤدية الى القوة الكهرومغناطيسية.
٤- يمكن حساب الطاقة المبذولة ΔE عند انتقال π من نوية الى نوية اخرى داخل المجال النووي من خلال

$$\Delta E \approx m_0 c^2$$

من خلال مبدا اللادقة $\Delta E . \Delta t \geq \hbar$
٥- احد الاختلافات الرئيسية بين التفاعل الكهرومغناطيسي والتفاعل النووي القوي :
مدى غير محدد للقوة الكهرومغناطيسية مقارنة مع القوة النووية بحدود $2F^{-1}$
من خلال العلاقة التالية

$$R = ct$$

س/ اذا فرضنا ان الميزون π ينتقل بسرعة الضوء فكم تكون ابعد مسافة يصلها البايون والى اي مسافة تساوي اثبت ذلك؟

ملاحظات:

١- كل النيوكليونات في النواة تتكون من قلوب متشابهه محاطة بميزون او اكثر يكون اما متعادل او موجب او سالب الشحنة (π^o , π^+ , π^-).
٢- الفرق بين البروتون والنيوترون هو الميزون المحاط به.
٣- القوى بين بروتونين او نيوترونين ناتجة من البايونات المتعادلة. اما القوى بين البروتون والنيوترون فانها ناتجة من تبادل البايون الموجب او السالب.
٤- النيوترون يبعث ميزون π السالب ويتحول الى بروتون حسب المعادلة التالية

$$n \rightarrow \pi^- + p$$

اما البروتون فانه يبعث ميزون باي الموجب ويتحول الى نيوترون، حسب المعادله التالية

$$p \rightarrow \pi^+ + n$$

ومن الممكن ان تحصل العملية العكسية اي ان

$$\pi^- + p \rightarrow n$$
$$\pi^+ + n \rightarrow p$$

مثال: اوجد الزخم الزاوي الكلي والتماثل للحالة الارضية حسب نموذج القشرة لنواة $_{13}Al^{27}$؟

$13 \mid 1S_{1/2}^2\, 1P_{3/2}^4\, 1P_{1/2}^2\, 1d_{5/2}^5$ no. of Z

$14 \mid 1S_{1/2}^2\, 1P_{3/2}^4\, 1P_{1/2}^2\, 1d_{5/2}^6$ no. of N

$\therefore\ J^{\pi} = (\frac{5}{2})^{+}$