تطبيــق أنمــوذج القشــرة النــووي لحســاب مستويات الطاقــة للنــوى Ti^{42-44}

عـلي خلـف حسـن
قســم الفيزيــاء / كليــة الــتربية للبــنات / جامعــة الكوفــة
أفـراح حسـون عريـبي
قســم الكهرباء / كليــة الهندسة / جامعــة الكوفــة

أستلم البحث في : 11 ايلول 2011 ، قبل البحث في : 2 تموز 2012

الخلاصـة

في هذا العمل ، طبقنا أنموذج القشرة النووي باستخدام جهد دلتا السطحي المعدل على النوى Ti^{42-44} لدراسة تركيبها النووي من خلال حساب قيم الطاقات وقيم الزخوم الزاوية الكلية المناظرة لها .
وبعد أن قورنت نتائج البحث مع النتائج العملية وجدنا تطابقاً جيداً ومقبولاً بينهما كما تم تحديد قيم زخم زاوي كلي لمستويات طاقة لم تحدد عملياً فضلاً عن انه تم تأكيد بعض القيم التي لم تكن مؤكدة عملياً .

الكلمات المفتاحية: أنموذج القشرة النووية ، جهد دلتا السطحي المعدل ، الزخوم الزاوية الكلية.

المقدمة

إن كميات هائلة من المعطيات والمعلومات النظرية والتجريبية المتعلقة بالنوى قد تراكمت نتيجة لدراسة تركيب النوى المختلفة بإثارتها باستعمال المعجلات الذرية . ونتيجة لهذا التراكم فقد أصبح من واجب الفيزياء النووية النظرية وضع نماذج للنوى ، وهو ما يعد الخطوة الأولى لفهم المعطيات الملاحظة والمقاسة والربط بينها واستخلاص النتائج التي يتم التوصل إليها [1] .

وقد نال التركيب النووي اهتمام الكثير من الباحثين ، إذ أجروا العديد من الدراسات التي أظهرت نماذج نووية تهدف إلى تفسير النواة وتركيبها وخصائصها [2] ، فالأنموذج النووي هو صورة مبسطة للتركيب النووي الذي يضم أسس الفيزياء النووية [1,3] . وأنموذج القشرة النووي (Nuclear Shell Model) هو واحد من النماذج النووية المهمة والمفيدة [1] . إذ اعتمد هذا الأنموذج في بداية صياغته على أنموذج أولي يسمى أنموذج الجسيم المفرد (Single Particle Model) الذي يفترض فيه أن النيوكليونات تتحرك حركة حرة داخل النواة [4] .

إن الفرضية الأساس لأنموذج القشرة تتمثل بوجود جهد نووي تتحرك فيه جميع النيوكليونات التي قامت هي نفسها بخلقه . وان معدل الجهد لجميع النيوكليونات هو الذي يتحكم بحركة أي نيوكليون على انفراد . إن كل نيوكليون ، في هذا الجهد المركزي ، يمثل مداراً ذا طاقة وزخم زاوي محددين بشكل دقيق . وإن التفاعل بين النيوكليونات الموجودة في المستوى الأرضي (Ground State) أو في مستويات الإثارة الواطئة (Low – Lying Excited States) ، حسب أنموذج القشرة يكون تفاعلاً ضعيفاً جداً ولهذا السبب يسمى أحياناً بأنموذج الجسيمة المستقلة [1] .

وتشير الحقائق العملية إلى أن النوى الأكثر استقراراً هي التي يكون فيها عدد البروتونات أو عدد النيوترونات مساوياً لأحد الأعداد الآتية (2,8,20,28,50,82,126) والتي سميت لهذا السبب بالأعداد السحري (Magic Numbers) [1,5,6,7,8] ، والأعداد السحرية الأخرى المتوقعة حديثاً هي (180,246,324) [9] .

ولمعرفة حسابات أنموذج القشرة يتطلب تحديد فضاء الأنموذج (Model Space) ومعرفة القلب (Core) الذي تكون مداراته مملوءة ومشبعة بالنيوكليونات وغير مسموح لها بالتهيج والانتقال إلى مدارات أعلى [10] .

يمكن استعمال أنموذج القشرة في حساب احتمالية الانتقال بين المستويات نتيجة لانحلال النشاط الإشعاعي أو لتفاعل نووي كذلك في تحديد البرم والتماثل باستعمال جهود نووية عديدة منها جهد دلتا السطحي (Surface Delta Interaction) (SDI) ، وجهد دلتا السطحي المعدل (MSDI) (Modified Surface Delta Interaction) [1 , 11 ,12] .

في بحثنا هذا طبقنا أنموذج القشرة النووي باستخدام MSDI لثلاثة نظائر للتيتانيوم (Titanium) Ti^{42-44} التي توضح حساباتها ونتائجها في البنود اللاحقة .

النظريــة

يمكن إيجاد عنصر المصفوفة الهاملتوني عن طريق إدخال التأثير المتبقي (Residual Interaction) ويُعرف بأنه القوة الناتجة من التصادم بين النيوكليونات ، وهذا التأثير المتبادل يؤدي إلى حدوث اضطراب في مؤثر هاملتن الذي يمثل بجهد الطاقة للنيوكليونات ويساوي جمع جهد جسيمتين ويعبر عنه بـ $\sum_{i<j} V_{ij}$. إذن نعبر عن الهاملتن للحالة المضطربة (بعد إضافة طاقة التأثير المتبادل) بالشكل الآتي [6,10,12,13,14] :-

$$H' = \sum (H_{\circ})_n + \sum_{i<j} V_{ij} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

هنالك العديد من التفاعلات المتبقية ومنها جهد دلتا السطحي (SDI)، إذ إن الجسيمات تتفاعل فقط عندما تكون عند سطح النواة وعند ذلك فقط يُعرف التفاعل بتفاعل المدى الصفري (Zero – Range Interaction) ويعطى بالمعادلة [8,9,15] :-

$$V(\vec{r_i}, \vec{r_j}) = -g\delta(r_i - R_{\circ})\delta(r_j - R_{\circ})\delta(\Omega_{ij}) \ldots\ldots\ldots (2)$$

إذ إن :-

R_o : نصف القطر النووي .

r_i , r_j : إحداثيات النيوكليون .

g : تمثل قوة التفاعل .

Ω_{ij} : الزاوية بين نيوكليونين .

ونتيجة لوجود بعض الاختلافات والانحرافات المنظمة نسبة إلى مستويات الطاقة الملاحظة عملياً في الطيف الناتج باستعمال SDI لذلك وجد جهد دلتا السطحي المعدل ، إذ إنه سهل رياضياً ونجح في وصف وحساب الكثير من الخواص

النووية ليس فقط للنوى الزوجية A بل حتى النوى الفردية A في القشرة $f_{7/2}$ ويكتب MSDI بالصيغة الآتية [3,10,11,12,13] :-

$$V^{MSDI}(1,2) = -4\pi A'_T \delta(r(1)-r(2))\delta(r(1)-R_\circ) + B'(\tau(1).\tau(2)) + C'.....(3)$$

إذ إن :-

r(1) , r(2) : تمثل متجهات الموقع للجسيمات المتفاعلة .

T : عدد الكم للبرم النظيري الكلي .

$A'_1, A'_\circ$ تمثل مؤثرات قوة التفاعل عندما T=1,0 على التوالي .

$$A_T = A'_T C(R_\circ), B = B'_T C(R_\circ), C = C'_T C(R_\circ)$$

و $C(R_o)$ عدد موجب نسبة إلى R_o .

A'_T : قوة التفاعل لزوج من النيوكليونات ذات برم نظيري T إذ :-

$$A_T = \begin{Bmatrix} A_\circ .....T=0 \\ A_1 .....T=1 \end{Bmatrix} .....(4)$$

إن كلاً من الحدود المضافة تحددها إحداثيات الفضاء

$$\langle \tau(1).\tau(2) \rangle_T = 2T(T+1) - 3$$

يمكن الحصول على القيم A_T و B و C دالةً للعدد الكتلي A والنتائج نستطيع تلخيصها بالقيم التقريبية الآتية [5,11,12,14] :-

$$A_T \approx B \approx 25MeV/A, C \approx 0.....(5)$$

إذ إن A : العدد الكتلي .

معادلة عنصر المصفوفة عندما تتفاعل جسيمتين في المدار نفسه تعطى بالشكل الآتي [5,11,12,14] :-

$$\left\langle j^2 \left| V^{MSDI}(1,2) \right| j^2 \right\rangle_{J,T=1} = -A_T \frac{(2j+1)^2}{2(2J+1)} \left\langle j-\frac{1}{2}\, j\,\frac{1}{2} \middle| J0 \right\rangle^2 + B + C.....(6)$$

إذ $\left\langle j-\frac{1}{2}\, j\,\frac{1}{2} \middle| J0 \right\rangle$ يمثل معامل كلبش – كوردن (C.G) .

يمكن إيجاد قيم طاقة المستويات التي لها n=3 من الجسيمات باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI بالاستعانة بطاقة جسيمتين كما في المعادلة الآتية [5,11,12] :-

$$E_\Gamma(\rho^n) = \frac{n}{n-2} \sum_\varepsilon \left\langle \rho^n \Gamma \middle| \rho^{n-1} \varepsilon \right\rangle^2 E_\varepsilon(\rho^{n-1}).....(7)$$

إذ إن :-

n عدد النيوكليونات ، ρ المدار ، Γ تمثل كل من T و J ، ε رمز يشير إلى حالة J .

باستعمال المعادلة (7) يمكننا إيجاد قيمة الطاقة لـ n = 3 من الجسيمات وكما يأتي :-

$$E_{J,T}(f^3_{7/2}) = 3 \sum_{J\varepsilon T\varepsilon} \left\langle \left| f^3_{7/2} j\,\frac{3}{2} \right| \right\} f^2_{7/2} J_\varepsilon T_\varepsilon \Big\rangle^2 \left\{ E_{o,1}(f^2_{7/2}) + E_X(J_\varepsilon T_\varepsilon) \right\}.....(8)$$

إذ إن :-

$\left\langle \left| f_{7/2}^{3} j \frac{3}{2} \right| \right\} f_{7/2}^{2} J_\varepsilon T_\varepsilon \Big\rangle$ يمثل معامل الفصل الجزئي Fractional Parentage Coefficient

$E_{o,1}(f_{7/2}^{2})$ يمثل الطاقة لجسيمتين في المدار $f_{7/2}$ و $E_X(J_\varepsilon T_\varepsilon)$ يمثل طاقة التهيج .

إن الطاقة لجسيمتين $(f_{7/2}^{2})$ $E_{o,1}$ يمكن إيجادها من خلال العلاقة الآتية :-

$$E_{0,1}(\rho^2) = E_B + 2e_p + \langle (p^2)|V|(\rho^2)\rangle \ldots\ldots\ldots(9)$$

إذ إن :-

E_B تمثل طاقة الترابط ، e_p طاقة الجسيمة المفردة في المدار ρ و $\langle (p^2)|V|(\rho^2)\rangle$ يمثل عنصر المصفوفة .

وبعد تعويض القيمة الناتجة في المعادلة (8) نحصل على قيمة الطاقة الأرضية التي تمثل قيمتها المطلقة أكبر قيمة للطاقة وتطرح من قيم الطاقات الأخرى للحصول على قيم الطاقة للمستويات المطلوبة ، أما في حالة n>3 فنستطيع إيجاد قيم طاقة المستويات كما يأتي [5,11,12] :-

$$E_\Gamma(\rho^n) = \frac{1}{2} n(n-1) \sum_{\gamma\delta} \left\langle \rho^n \Gamma | \} \rho^{n-2} \gamma(\rho^2 \delta) \right\rangle^2 E_\delta(\rho^2) \ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

إذ إن :-

δ :- رمز يشير إلى الزخم الزاوي للحالة المحسوبة ، γ : الأقدمية (الأسبقية) و $E_\delta(\rho^2)$ طاقة التفاعل لأثنين من الجسيمات .

هنالك نظريات عديدة لحساب الزخم الزاوي للنواة منها [6 , 11 , 12 , 13 , 14] :-

1- تمتلك جسيمتين في حالات الجسيمة المفردة j_i و j_2 أعظم زخم زاوي .

$$I_{\max} = j_1 + j_2 \ldots\ldots\ldots(11)$$

2- لجسيمتين في الحالات j_1 و j_2 قيم الزخم الزاوي المسموحة تكون :-

$$I = j_1 + j_2, j_1 + j_2 - 1, j_1 + j_2 - 2, \ldots\ldots\ldots, |j_1 - j_2| \ldots\ldots\ldots(12)$$

3- نيوترونان أو بروتونان في مدار الجسيمة المفردة نفسه j (j أنصاف أعداد صحيحة) يمكن ازدواج برميهما إلى قيم زوجية .

I = 0 , 2 , 4 ,…….. (2j – 1) ……(13)

هنالك بعض النظريات يمكن اشتقاقها لتلائم حالات الزخم الزاوي المسموحة لنيوكليونات متماثلة (أما بروتونات أو نيوترونات) في مدار الجسيمة المفردة نفسه في حالة n>2 هي [6,11,12,14] :-

أ- أعظم زخم زاوي ممكن I_M ينشأ من الترتيب j^n يكون :-

$I_M = n \{ j - (n-1)/2 \}$ …… (14)

ب- لا توجد حالة للترتيب j^n تعطي :-

$I = I_M - 1$ …… (15)

ج- في الترتيب j^n توجد حالة واحدة تعطي :-

$I = I_M - 2$ …… (16)

الحسابـات والنتائـج

نـواة ^{42}Ti :-

تحتوي نواة ^{42}Ti على (Z = 22) و (N = 20) أي إنها تحتوي على نيوكليونين (بروتونين) خارج القلب المغلق Closed Core (^{40}Ca) يحتلان القشرة $f_{7/2}$.
وحسب المعادلة (13) فان قيم الزخم الزاوي الكلي والتماثل تكون :-

$$\overset{\pi}{I} = 0^+, 2^+, 4^+, 6^+$$

ولحساب قيم الطاقات المرافقة لكل حالة من الحالات المذكورة في أعلاه نعتمد على قيمة طاقة الجسيمة المفردة للبروتون التي تساوي :-

$$\varepsilon_{f\,7/2}(p) = -0.575 MeV$$

وكذلك نعتمد على قيمة عنصر المصفوفة $\left\langle f_{7/2}^2 \left| V^{MSDI} \right| f_{7/2}^2 \right\rangle$ وبالاستعانة ببرنامج حاسوبي لحسابه .
المعاملات A_T , B , C طبقت بالقيم الاتية :-

$$A_T = B = 0.740 \text{ MeV}$$
$$C = 0$$

وباستعمال المعادلة (9) سوف نحصـل على قيم مستويات الطاقة لنواة ^{42}Ti نسبة إلى الحالة الأرضية مع مقارنتها بالقيم العملية كما موضح بالجدول (1) والشكل (1) .

نـواة ^{43}Ti :-

إن نواة ^{43}Ti تحتوي على 22 بروتون أي (Z = 22) و 21 نيوترون أي (N = 21) ، أي أنها تحتوي على ثلاثة نيوكليونات (نيوترون وبروتونين) خارج القلب المغلق (^{40}Ca) تمثل القشرة $\mathbf{f_{7/2}}$.
وبتطبيق النظريات (أ ، ب ، ج) فإن قيم الزخم الزاوي الكلي المسموحة والتماثل تكون كما يأتي :-

$$\overset{\pi}{I} = -\frac{3}{2}, -\frac{5}{2}, -\frac{7}{2}, -\frac{9}{2}, -\frac{11}{2}, -\frac{15}{2}$$

ولكي نحصل على قيم الطاقات المقابلة لكل قيمة من قيم الزخم الزاوي والتماثل $\overset{\pi}{I}$ نعتمد على قيمة طاقة الجسيمة المفردة التي حسبناها لكل من النيوترون والبروتون كل على انفراد وهي :-

$$\varepsilon_{f_{7/2}}(p) = -0.575 MeV$$
$$\varepsilon_{f_{7/2}}(n) = -8.363 MeV$$

أما قيم المعاملات التي تم تطبيقها فتكون مساوية إلى :-

$$A_T = B = 1.2 \text{ MeV}$$
$$C = 0$$

وبالنظر إلى المعادلتين (8) و (9) نجد أن قيمة عنصر المصفوفة المستعملة هنا هي قيمة واحدة فقط يمكن حسابها من المعادلة (6) لحالة J = 0 لأجل الحصول على قيمة الطاقة لأثنين من الجسيمات ($f_{7/2}^2$) التي نستفيد منها في الحصول على قيم مستويات الطاقة باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل نسبة إلى الحالة الأرضية والتي تم مقارنتها مع القيم العملية وكما موضح بالجدول (2) والشكل (2) .

نـواة ^{44}Ti :-

إن نواة ^{44}Ti تحـتوي على (Z = 22) و (N=22) أي إنها تحـتوي على أربعة نيوكلـيونات (بروتونين ونيوترونين) خارج القلب المغلق (^{40}Ca) متواجدة في القشرة $f_{7/2}$. ولكي نحدد حالات الزخم الزاوي الكلي المسموحة نستعمل النظريات (أ ، ب ، ج) التي من خلالها تكون قيم الزخم الزاوي الكلي والتماثل للنواة كما يأتي :-

$$\overset{\pi}{I} = 0^+, 2^+(\gamma=2), 2^+(\gamma=4), 4^+(\gamma=2), 4^+(\gamma=4), 5^+, 6^+ \; and \; 8^+$$

إذ إن الرمز γ المرافق لبعض قيم الزخم الزاوي الكلي يمثل عدداً كمياً أدخل لتحديد بعض الحالات ويدعى بالأسبقية .
ولغرض حساب قيم الطاقات لكل حالة من الحالات أعلاه للزخم الزاوي تعتمد على قيمة طاقة الجسيمة المفردة والمساوية إلى 17.882 MeV – (لبروتونين ونيوترونين) .
أما قيم المعاملات A_T , B , C التي طبقت فهي :-

$$A_T = B = 1.8 \text{ MeV}$$

$$C = 0$$

وبتطبيق المعادلة (10) وتعويض قيم معاملات الفصل المزدوجة [6] لكل حالة نحصل على قيم مستويات الطاقة المقابلة لحالات الزخم الزاوي الكلي المسموحة باستعمال MSDI نسبة إلى الحالة الأرضية والموضحة بالجدول (3) والشكل (3) مع مقارنتها بالقيم العملية .

المناقشة والاستنتاجات

من دراسة أنموذج القشرة النووي باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل ومن خلال القيم التي حصلنا عليها للطاقات والزخم الزاوي الكلي نشير إلى ما يأتي :-
1- تم تحديد الزخم الزاوي الكلي والتماثل لبعض مستويات الطاقة التي لم تحدد عملياً مثل المستويات

$$\{2.730(^{42}Ti);1.483,2.438(^{43}Ti);6.74,9.388,10.520(^{44}Ti)\}MeV$$

بزخوم زاوية وتماثل $\{6^+,11/2^-,3/2^-,4^+(\gamma=2),5^+,8^+\}$ على التوالي .
2- حُدد الزخم الزاوي والتماثل للمستويات

$$\{0.313,3.066(^{43}Ti);8.534,9.361,10.590(^{44}Ti)\}MeV$$

بـ $\{11/2^-, 5/2^-, 4^+(=4), 5^+, 8^+\}$
3- تم تأكيد قيم الزخم الزاوي الكلي والتماثل لمستويات الطاقة

$$\{2.395,2.676(^{42}Ti);2.951(^{43}Ti);5.41,6.848,8.987(^{44}Ti)\}MeV$$

المحددة بالزخم الزاوي والتماثل $\{2^+,4^+,15/2^-,2^+(\gamma=2),6^+,2^+(\gamma=4)\}$ على التوالي غير المؤكدة عملياً .
4- تم تحديد التماثل لمستوي الطاقة $\{2.640(^{43}Ti)\}MeV$ والمحدد عملياً بالزخم الزاوي فقط ومن خلال الدراسة حدد بـ $\{9/2^-\}$.
5- وجدنا تقارباً كبيراً جداً لقيم مستويات الطاقة بين قيمنا النظرية والقيم العملية ، أما الفروقات القليلة جداً فتعزى إلى قيم المعاملات A_T , B التي تم اختيارها ،والى اعتمادنا على بعض المعاملات المستعملة في الحسابات ومنها معاملات الفصل التي اعتمدناها من مصادر وبحوث أخرى .
6- تم التوصل إلى أن أنموذج القشرة النووي وباستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI هو أنموذج ناجح في حسابات مستويات الطاقة لهذه النوى .
7- في نواة ^{44}Ti ظهر عدد كمي γ إضافي (الأسبقية) إذ استعمل لتحديد الحالة عندما يكون هناك أربعة نيوكليونات في القشرة $f_{7/2}$ خارج القلب المغلق ^{40}Ca وتم تحديده لكل حالة من حالات الزخم الزاوي الكلي والتماثل مما زاد من دقة النتائج النظرية .
8- لوحظ أن عدد النيوكليونات التي تقع خارج القلب المغلق للقشرة $f_{7/2}$ كلما زاد زادت عدد الحالات للزخم الزاوي الكلي المحتملة ، ومن ثم يزداد عدد المستويات التي يمكن الحصول عليها .
9- يمكن للباحث الذي يحتاج القيم العملية لمستويات الطاقة مع الزخم الزاوي الى والتماثل أن يعتمد على النتائج التي تم الحصول عليها للقيم التي لم تحدد عملياً .

المصادر

1. Khaleel , M.A. ,(1996), Nuclear Physics , AL- Mosul University.
2. Roy, R.R. and Nigam B.P. (1967) , Nuclear Physics , Theory and Experiment , John Wiley and Sons , Inc.,London.
3. Brussaard, P.J. and Glaudemans, P.W.M. (1977), Shell Model Application In Nuclear Spectroscopy , North – Holland Publishing Company .

4. Lawson, R.D. (1980) , Theory of the Nuclear Shell Model , Clarendom Press ,Oxford.
5. Alonso, M. and Finn, E.J. , (1973) ,Quantum and Statistical Physics , V.3 , Addison – Wesley publishing Company.
6. Pearson, J.M. (1968) , Nuclear physics , Adam Hilger Ltd, Bristol, England.
7. Osman, F. , Ghorhamani, N.and Hora, H . (2005), Laser and Particle Beams" 23,1 –6.
8.Auerbach N.,(1968),Vary.J.Phys.Rev. ,C.V. 13 , N. 3.
9. Glaudemans, P.W.M.and Brussaard, P.J.,(1967),wildenthal,nucl.pyhs.V.102,PP593-601.
10. Hasegawa, M. , Kaneko, K. and Tazaki, S. , (2001) , Nucl.Phys.A. 688.
11. Han Y. , (2000) , Phys.Rev.C.V.61 .
12. Leaderar, C.M. and Shirley, V.S. (1978,1984), Table of Isotopes . Wiley and Sons Inc, London.
13. Singh, B. and Cameron, J. A. (2001) , Nuclear Data Sheets 92 , 1.
14. Cameron, J. A. and Singh, B. (2001) , Nuclear Data Sheets 92 , 783.
15. Cameron, J. A. and Singh, B. (1999) , Nuclear Data Sheets 88 , 299.

جـــدول (1): قيم مستويات الطاقة نسبة إلى الحالة الأرضية باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI لنواة ^{42}Ti مع مقارنتها بالقيم العملية .

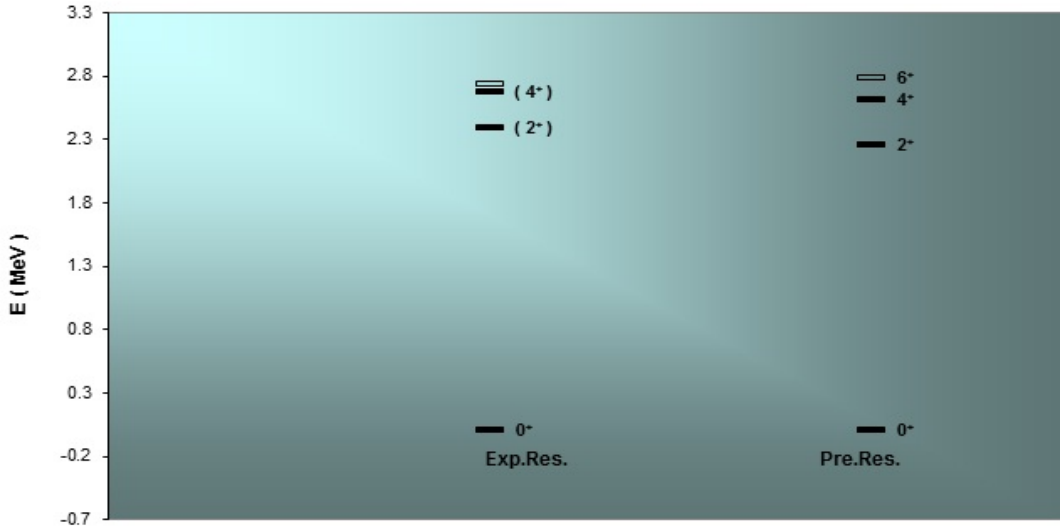
I^{π}	Energy (MeV)	
	Pre.Res.	**Exp.Res.[12,13]**
0^+	**0**	**0**
2^+	**2.255**	**2.395**
4^+	**2.614**	**2.676**
6^+	**2.787**	**2.730**

جـــدول (2) :قيم مستويات الطاقة نسبة إلى الحالة الأرضية باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI لنواة ^{43}Ti مع مقارنتها بالقيم العملية .

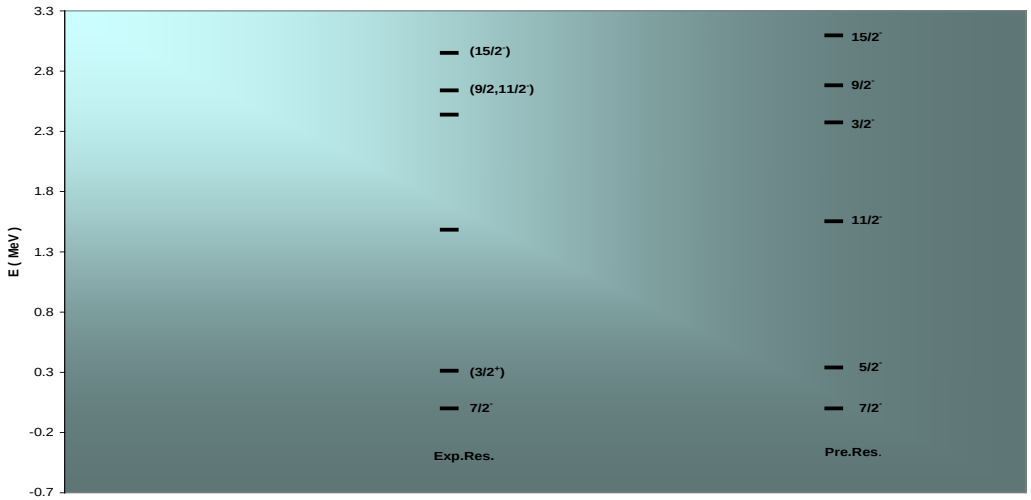
I^{π}	Energy (MeV)	
	Pre.Res.	**Exp.Res.[12,13]**
$7/2^-$	**0**	**0**
$5/2^-$	**0.340**	**0.313**
$11/2^-$	**1.553**	**1.483**
$3/2^-$	**2.374**	**2.438**
$9/2^-$	**2.682**	**2.640**
$15/2^-$	**3.096**	**5192.**

جـدول (3) :قيم مستويات الطاقة نسبة إلى الحالة الأرضية باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI لنواة ^{44}Ti مع مقارنتها بالقيم العملية .

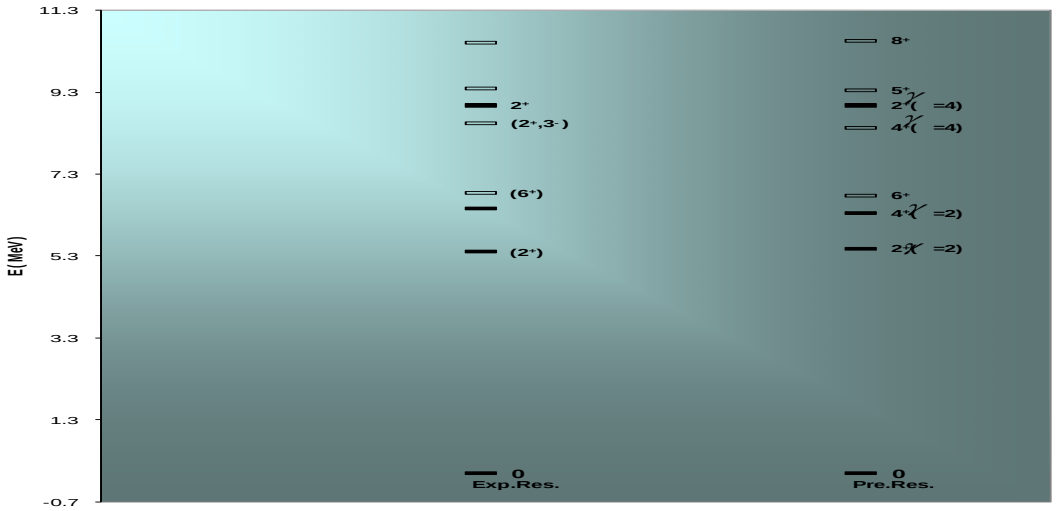
I^{π}		Energy (MeV)	
		Pre.Res.	Exp. Res.[12,15]
0^+		0	0
$2^+(\gamma = 2)$		5.485	5.41
$4^+(\gamma = 2)$		6.359	6.47
6^+		6.780	6.848
$4^+(\gamma = 4)$		8.439	8.534
$2^+(\gamma = 4)$		8.976	8.987
5^+		9.350	9.388
8^+	10.559	10.520	



شكل (1) :مقارنة بين القيم النظرية المحسوبة والقيم العملية لمستويات طاقة نواة ^{42}Ti باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI .



شكل (2) :مقارنة بين القيم النظرية المحسوبة والقيم العملية لمستويات طاقة نواة ^{43}Ti باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل **MSDI** .



شكل (3): مقارنة بين القيم النظرية المحسوبة والقيم العملية لمستويات طاقة نواة ^{44}Ti باستعمال جهد دلتا السطحي المعدل MSDI .

Applying Nuclear Slidell Model To Calculate Energy Levels Ti^{42-44}

Ali K. Hasan
Dept. of Physics /College of Education For Girls/ University of Al-kufa
Afrah H. Uraybie
Dept. of Electrical Engineering / College of Engineering / University of Al-kufa

Received in : 11September 2012 , Accepted in : 2 July 2012

Abstract

In this work , we applied the nuclear shell model by using Modified Surface Delta Interaction **(** MSDI) to study the nuclear structure for **Ti^{42-44}** nuclei from the calculation of the energy level values and its total angular momentum .

After comperation with the experiment values which found to be rather in good agreement and determined the total angular momentum values of energy levels which are not assigned experimently , as soon as , we certify some values that were not certained experimently .

Key Words: nuclear shell model , Modified Surface Delta Interaction (MSDI), Total angular momentum