تأثير التفاعلات الثلاثية للبوزون على التركيب النووي لنظائر التنكستن الزوجية – الزوجية W 180 - 170

الملخص

حُسبت مستويات الطاقة ذات التماثـل الموجب واحتماليـة الانتقـالات رباعيـة القطب الكهربـائي لنظـائر التنكستن

 ${\mathbb W}^{180} = {}^{170}$ باستخدام أنموذج البوزونات المتفاعلة الأول. دُرس تصرف مستويات الطاقة كدالة لعدد النيوترونات. درس تأثير التفاعلات الثلاثية للبوزون على تركيبها النووي من خلال توسيع فضاء الأنموذج بإضافة حد جديد الى هاملتوني النظام. تم دراسة سطح طاقة الجهد كدالة لمعاملات التشوه (β, γ). من خلال النتائج المستحصلة قيم المعاملات المستخدم تبين امتلاك هذه النظائر لخصائص التشوه. وجد تطابقا جيدا بين النتائج النتائج النظرية النظرية المتفاعلة النوري من خلال توسيع فضاء الأنموذج بإضافة حد جديد الى هاملتوني النظام. تم دراسة سطح طاقة الجهد كدالة لمعاملات التشوه (β, γ). من خلال النتائج المستحصلة قيم المعاملات المستخدم تبين امتلاك هذه النظائر لخصائص التشوه. وجد تطابقا جيدا بين النتائج النظرية والقيم العملية المتوفرة

الكلمات المفتاحية: أنموذج البوزونات المتفاعلة، نظائر التنكستن، مستويات الطاقة، سطح طاقة الجهد

المقدمة

أن دراسة التركيب النووي لأي نواة مسألة مهمة جدا خلالها يمكن تفسير الخواص النووية. في السنوات الأخيرة حظيت الانوية الثقيلة ذات العدد الكتلي A>150 بمدى كبير من الاهتمام وخاصة تلك الانوية التي يقع عدد نيوتروناتها بين القشرتين المغلقتين للنوى السحرية magic nuclear التي فيها العدد الذري او عدد النيوترونات مساويا الى ٢٨ و ٢٦٢. أكدت التجارب العملية وجود تغير في شكل الانوية من الأرية من الاوية من الاهتمام وخاصة تلك النوية التي يقع عدد نيوتروناتها بين القشرتين المغلقتين للنوى السحرية عدد المتير من الاهتمام وخاصة تلك الانوية التي يقع عدد نيوتروناتها بين القشرتين المغلقتين للنوى السحرية وجود تغير في شكل الانوية من الذري الدي الذري المعلية وجود تغير في شكل الانوية من الذري الدينايكية للنواة كمي يوناتها بين القشرتين المغلقتين النوى السحرية العملية وجود تغير في أكل الانوية من الذري الدينايك الذري المعلية وجود تغير في أكل الانوية من الذري المي الذري المعلية وحود تغير في أكل الانوية من الذري المي الذري الماليك التورية من المولية من الذري المعلية وجود تغير في أكل الانوية من الذري المي الذري المي الذري المعلية وجود تغير في أكل الانوية من الذري المي الذري المي المولية من الذري المي التورية النوية من الذري المي الذري المي الذري المي المولية من المولية النورة الحاصة وجود تغير في أكل الانوية من الذري الذري المي الذري المي الذري المي المولية من الدراسات بعد ذلك لتشمل الدراسات الديناميكية النواة كالتشو هات الحاصلة في الشكل فضلا عن الخواص النووية الأخرى[5-1].

حظيت نظائر التنكستن بالعديد من الدر اسات العملية والنظرية في محاولة للتعرف على تركيبها النووي ومن ابرز هذه الدر اسات :

قدم Kumar [6] دراسة حول التشوهات النووية التي تحصل في مجموعة من الانوية ذات الخواص الدورانية من ضمنها نظائر W. تم حساب مستويات الطاقة ذات التماثل الموجب والدوال الموجة والانتقالات الكهرومغناطيسية. Waker وجماعته [7] تناولوا دراسة المستويات ذات البرم العالي للحزمة الأرضية الكهرومغناطيسية. Waker وجماعته [7] تناولوا دراسة المستويات ذات البرم العالي للحزمة الأرضية النظائر Waker وجماعته [7] تناولوا دراسة المستويات ذات البرم العالي للحزمة الأرضية الكهرومغناطيسية. Waker وجماعته [7] تناولوا دراسة المستويات ذات البرم العالي للحزمة الأرضية الكهرومغناطيسية. Waker وجماعته [7] تناولوا دراسة المستويات ذات البرم العالي للحزمة الأرضية النظائر للنظائر الموجة والانتقالات (منه الخليفي 160, منه العراقية الافرانية ذات التماثل النظائر الناهي وجماعته [7] مع المستويات ذات البرم العالي الحزمة الأرضية النظائر النظائر النامي وجماعته [7] ماستخدام تفاعلات (مين المستويات ذات البرم العالي وجمود ظاهرة الانحناء الخلي الخليفي Backbending الخلي الخليفي السالب في نظائر التنكستن واثبت ان ترتيب بروتونات القشرة $h_{9/2}$ ونيترونات القشرة $h_{9/2}$ والسالب هي نظائر التنكستن واثبت ان ترتيب المائر التنكستن من قبل المائي المرونات القشرة والمائر التامين واثبت ان ترتيب وتونات القشرة ولي الاورانية ذات التماثل السالب في نظائر التنكستن واثبت ان ترتيب وتونات القشرة ولي المائي ونيرونات القشرة والمائر التراصف الحاصل في الحزم. تمت دراسة نظائر التنكستن من قبل المائية الى Mev و و عدد بوزونات العام و إدخال البوزون و. و تضمنت دراسة المستويات المثارة ذات طاقة مساوية الى Mev و معدد بوزونات الالمائر. وتم حساب احتمائية الانتقال المختزلة BE





قام Meissner وجماعته [10] الانحلالات الحاصلة في النظائر الزوجية Weissner وتحديد طاقة مستويات الحزمة الأرضية والحزم المثارة.

The dynamic deformation إلموذج التشوه الديناميكي Veskovic et ell في 1990 استخدم model [11] إنموذج التشوه الديناميكي model لدراسة الخواص التجميعية لنظائر التنكستن وتم فيها دراسة حزم الطاقة ذات التماثل المختلط و عزم رباعي القطب الكهربائي Q وكذلك حساب النسبة E_0/E_2 .

قدم Chen [12] دراسة حول نظائر الزوجية – الزوجية W ¹⁶⁶⁻¹⁷⁶ شملت خواص التركيب النووي واهمها التعرف على طبيعة مستويات الطاقة وعزم القصور الذاتي فضلا عن ظاهرة الانحناء الخلفي والانتقال الكهربائي B(E2) باستخدام إنموذج (IBPFM) Interacting-Boson-Plus-Fermion-Pair Model .

استخدم الباحثت ان العلوي وحسين [16-13] إنموذج 1-IBM لدراسة وحساب احتمالية الانتقال ونسب الكهرومغناطيسية (E2/M1) وقيم عناصر المصفوفة المختزلة لهاذين الانتقالين ونسب الكهرومغناطيسية (E2/M1) وقيم عناصر المصفوفة المختزلة لهاذين الانتقالين ونسب الخلط (IBM-1) للنوى شديدة التشوه ضمنها النظير 182 . كما استخدمت (العلوي وحسين) إنموذج (IBM-1) و إنموذج عزم القصور الذاتي المتغير (VMI) لحساب حزم الطاقة وعزم القصور الذاتي والطاقة الدورانية له ومعامل الليونة وتقاطع الحزم وظاهرة الانحناء الخلفي وعلاقتها بالزخم الزاوي للنظير 182 . كما استخدمت (العلوي وحسين) إنموذج (IBM-1) و إنموذج عزم القصور الذاتي المتغير (VMI) لحساب حزم الطاقة وعزم القصور الذاتي والطاقة الدورانية له ومعامل الليونة وتقاطع الحزم وظاهرة الانحناء الخلفي وعلاقتها بالزخم الزاوي للنظير 182 . الدور انية له ومعامل الليونة وتقاطع الحزم وظاهرة الانحناء الخلفي وعلاقتها بالزخم الزاوي للنظير 182 . الدور انية له ومعامل الليونة وتقاطع الحزم وظاهرة الانحناء الخلفي وعلاقتها بالزخم الزاوي للنظير 182 . القطب الكهربائي (E2) بساب مستويات الطاقة واحتمالية انتقال رباعي القطب الكهربائي (E2) وعزم رباعي القطب الكهربائي (E2) بعنا القطب الكهربائي (E2) معام وعزم وعام الانوية الطاقة واحتمالية انتقال رباعي القطب الكهربائي (E2) وعزم رباعي القطب الكهربائي (E2) بعساب مستويات الطاقة وسطح طاقة الخوية والانوية الانوية الانوية القطب الكهربائي (E2) معام وعزم رباعي القطب الكهربائي (E2) بعنا العاقة وسطح طاقة الجهد لمجموعه من الانوية الانوية النوية الانوية الاليونية واحد دراسلة ووجيد درسالة ووجيد ذرو وحسد ووجد دراسلة ووجد ذرو الالاليونية واحد والانويات دراسة ألينا الالويات واحدماليونياني الانوية الانوية الانوية الانويية والانوية والانويية واحدم (العام ووجد دراسلة الانويية والالويية الانويية ووجد دراسلة أليوني الالويية ووجد ذرو الالالويية والالويية ولالويية ووجد ذرو الالالويية والالويية والالويية ووجد دراسلة أليول ووجد دراسلة أليول ووجد ذرو الالاويية والالوييية ووجد دراليول ووجيد دراسلة أليول ووليويية والالويية والاوييية والالويية والالويية ووحما ووليييية وولالالوييية ووجد ذوليول ووولييي وووجي ووليويي ووجي ووليو

. قدم Proskurins [20] اطروحة درس فيها الانتقال الطوري بين الانوية (W-Os-Pt) من الشكل rigid والي الموذج المن المن المرود الجبري IBM-1 و الإنموذج المندسي brolate المي prolate واستنتج ان نظائر التنكستن triaxial rotor واستنتج ان نظائر التنكستن brolate هي ذات شكل prolate كذلك درس التشوه الحاصل في شكل هذه الانوية من خلال در اسة سطح طاقة الجهد بدلالة عوامل التشوه β, γ .

في عام ٢٠١١ قدم Al-Alawy وجماعته [21] دراسة مستويات الطاقة دالة للزخم الزاوي لمجموعة من الانوية المشوهة الزوجية – الزوجية منها النظير W¹⁸⁶ باستخدام إنموذج IBM-1. قام Zsolt Podolya k و [22] بدراسة الانوية الانتقالية (Hf-W-Os-Pt-Hg) الغنية بالنيترونات ذات الاشكال prolate و oblate و استخدم فيها انموذجين رياضيين الاول يطبق على الانوية ذات خصائص axial symmetry والاخر يطبق على الانوية ذات خصائص Triaxiality

في عام 2013 تم استخدام أنموذج projected shell model من قبل Jiao وجماعته [23] على نظائر K^{π} التنكستن $W^{190,192}$ وتضمن البحث مقارنة بين المستويات التجميعية والمستويات الغير تجميعية ذات قيمة عما عالية (high K- isomer) ووجد ان المستوي $^{+8}$ ينتمي للمستويات الناتجة من Two- quasiproton . اما Sukhoruchkin و Soroko [24,25] ركزت در استهما على تحديد خواص حزم مستويات الطاقة . المثارة للنظيرين $W^{100,192}$

AL-Ammeer و Hussein [26,27] تناولوا الخواص النووية للنظيرين W AL-Ammeer و AL-Ammeer الطاقة وظاهرة الانحناء الخلفي واثبتوا ان هذين النظيرين يقعان ضمن المنطقة الانتقالية (6)O→O(3) ، بعد تحديد مستويات الطاقة وعزم رباعي القطب واحتمالية الانتقال الكهربائي للنظيرين W^{188,190} باستخدام أنموذج البوزونات المتفاعلة.





قدم Sharrad وجماعته [28] دراسة حول النظيرين W^{184} و $^{184}\mathrm{Os}$ تضمنت حساب مستويات الطاقة واحتمالية الانتقال (E2) وعزم رباعي القطب الكهربائي Q وسطح طاقة الجهد.

29

الأسس النظرية و هاملتوني النظام

Arima and يعتبر أنموذج البوزونات المتفاعلة من أوسع النماذج النووية تطبيقا الذي اقترح من قبل Arima and [2] وحاز على قبول واسع لأفكاره النظرية المتعلقة بوصف خصائص المستويات التجميعية الواطئة لمدى كبير من العدد الكتلي . تطور الأنموذج بظهور عدة نسخ منه تصف مدى من الانوية وهي صيغ الواطئة لمدى كبير من العدد الكتلي . تطور الأنموذج بظهور عدة نسخ منه تصف مدى من الانوية وهي صيغ البوزونات المتفاعلة 4.2% من العدد الكتلي . تطور الأنموذج بظهور عدة نسخ منه تصف مدى من الانوية وهي صيغ الواطئة لمدى كبير من العدد الكتلي . تطور الأنموذج بظهور عدة نسخ منه تصف مدى من الانوية وهي صيغ البوزونات المتفاعلة 4.2% من العدد الكتلي . تطور الأنموذج بظهور عدة الزوجية ، إضافة إلى نسخه التي تصف الانوية وهي صيغ البوزونية النوية ولي المتفاعلة 4.2% من الله من الانوية الزوجية الزوجية الزوجية الزوجية الزوجية المتفاعلة 4.2% من النوية الانوية يتصف الانوية الفردية الورية المتفاعلة 4.2% من الانوية الانوية النوجية الزوجية الزوجية الزوجية الزوجية من الانوية 1.2% من الله من الانوية 1.2% من الله من الانوية 1.2% من الله من المتفاعلة 4.2% من النوية الزوجية الزوجية الزوجية الزوجية من أولي على نظائر التنكستن 30% من الفردية الفردية الورية من النيكلونات تسمى البوزونات تحمل مستوين من الطاقة الأول 3.2% من النوكا 3.4% من النيكلونات تسمى البوزونات تحمل مستوين من الطاقة الأول 3.4% من العائم الزول 3.4% من النوكا 4.3% من النوكا 4.3% من الطاقة الأول 3.4% من النوية التحميعية يمكن ان توصف بواسطة من النوي الحياني الحالتين .

هناك ستة حالات سوف تتولد $\left(0\right)^{\dagger}_{\mu}$ ، $\left(0\right)^{\dagger}_{\mu}$ حيث $\left(1,\pm 1,\pm 2\right)$ وإن التحويلات الوحدوية Unitary transformation التي تحصل بين هذه الحالات الست سوف تولد المجموعة الرئيسية للنظام (6) U والتي ستولد مجاميع جزئية سنأتي على ذكر ها فيما بعد.

إن هاملتوني النظام قادر على وصف الخواص التجميعية لمدى واسع من الانوية المتوسطة والثقيلة.

من اجل كتابة مؤثرات ملائمة لنظام البوزونات فمن المناسب استخدام صيغة التكميم الثاني عند كتابة المؤثر الهاملتوني للنظام وباستخدام مؤثرات الخلق والفناء s, s^{\dagger} ، s, s^{\dagger} ميث $\tilde{a}_{\mu}, d_{\mu}^{\dagger}, s, s^{\dagger}$ لايميز أنموذج البوزنات المتفاعلة بنسخته الأولى بين البرتون-بوزون والنيترون- بوزون وإنما يتعامل مع العدد الكلي للبوزونات.

لقد وُجِدَ من المناسب كتابة الهاملتوني بدلالة الجسيم الواحد والجسيمين وتكون كافية في سبيل وصف خصائص المستويات التجميعية السفلي في الأنوية [30] :

$$H = E_{\circ} + \varepsilon_{s} \left(s^{\dagger} \cdot \tilde{s}\right) + \varepsilon_{d} \sum_{\mu} d^{\dagger}{}_{\mu} \tilde{d}_{\mu} + \sum_{L=0,2,4} \frac{1}{2} (2L+1)^{1/2} c_{L} \left[\left(d^{\dagger} \times d^{\dagger}\right)^{(L)} \times \left(\tilde{d} \times \tilde{d}\right)^{(L)} \right]_{0}^{(L)} + \frac{1}{\sqrt{2}} v_{2} \left[\left(d^{\dagger} \times d^{\dagger}\right)^{(2)} \times \left(\tilde{d} \times s\right)^{(2)} + \left(d^{\dagger} \times s^{\dagger}\right)^{(2)} \times \left(\tilde{d} \times \tilde{d}\right)^{(2)} \right]_{0}^{(0)} + \frac{1}{2} v_{o} \left[\left(d^{\dagger} \times d^{\dagger}\right)^{(0)} \times (s \times s)^{(0)} + \left(s^{\dagger} \times s^{\dagger}\right)^{(0)} \times \left(\tilde{d} \times \tilde{d}\right)^{(0)} \right]_{0}^{(0)} + u_{2} \left[\left(d^{\dagger} \times s^{\dagger}\right)^{(2)} \times \left(\tilde{d} \times s\right)^{(2)} \right]_{0}^{(0)} + \frac{1}{2} u_{o} \left[\left(s^{\dagger} \times s^{\dagger}\right)^{(0)} \times (s \times s)^{(0)} \right]_{0}^{(0)}$$
(1)

مثل $u_L = 0,2$, $v_L = 0,2$, $c_L = 0,2,4$ والبوزون b. وان $u_L = 0,2$, $v_L = 0,2$, $c_L = 0,2,4$ تمثل معاملات التفاعل بين البوزونات. الرمز العلوي (0) ، (2) تمثل از دواجات الزخم الزاوي. تحوي المعادلة على تسعه معاملات اثنان في حدود الجسيم الواحد وسبعه في حدود الجسمين.

تعتبر صيغة التوسيع المتعدد Multiple expansion من أهم صيغ الهاملتوني التي غالبا ما تستخدم في وصف مستويات الطاقة إذ تشتمل هذه الصيغة على معاملات تمثل أنواعا من تفاعل بوزون– بوزون ويأخذ الصورة الأتية [31] :

$$\widehat{H}_{sd} = \mathbb{E}_{d}\widehat{n}_{d} + a_{\circ}\widehat{P}^{+}.\widehat{P} + a_{1}\widehat{L}.\widehat{L} + a_{2}\widehat{Q}.\widehat{Q} + a_{3}\widehat{T}.\widehat{T} + a_{4}\widehat{T}_{4}.\widehat{T}_{4}$$
(2)

States

$$\begin{split} \mathrm{SU}(3) &\stackrel{}{\longrightarrow} \mathrm{SU}(3) = \frac{\sqrt{7}}{2} \times [\widetilde{d} \times d^{\dagger}]^{2} + \chi (\widetilde{d} \times d^{\dagger})^{2} + \chi (\widetilde{d} \times d^{\dagger})^{2} \\ &= \frac{1}{2} [(\widetilde{d} \cdot \widetilde{d}) - (\widetilde{s} \cdot \widetilde{s})] \\ &= \frac{1}{2} [(\widetilde{d} \cdot \widetilde{d}) - (\widetilde{s} \cdot \widetilde{s})] \\ &= \sqrt{10} (d^{\dagger} \times \widetilde{d})^{(1)} \\ &= \sqrt{10} (d^{\dagger} \times \widetilde{d})^{(1)} \\ &= \sqrt{10} (d^{\dagger} \times \widetilde{d})^{(1)} \\ &= 0.1, 2, 3, 4 \ 2^{t} \\ &= 0.1$$

2016

إن طيف الطاقة لأي نواة زوجية – زوجية يمكن وصفه ببعض حدود المعادلة (2) بحيث نجعل الهاملتوني قطريا (جعل مصفوفة الهاملتوني قطرية) بواسطة برامج حسابية (IBM , Phint) وباختيار قيم مناسبة للمعاملات الموجودة في الهاملتوني .

أن مؤثر الأنتقال رباعي القطب الكهربائي في إنموذج IBM-1 يأخذ الصيغة الأتية [32] :

$$(3)T(E2) = \alpha[d^{\dagger}.s + s^{\dagger}.\tilde{d}]^{(2)}$$

احتمالية انتقال رباعي القطب الكهربائي المختزلة تكتب بالصيغة [13] :

$$B(E2; J_i \to J_f) = \frac{1}{2J_i + 1} | < J_f ||T(E2)||J_i > |^2 e^2 b^2$$
(4)

بالرغم من نجاح هاملتوني النظام في حدود الجسيم الواحد والجسيمين في تفسير مدى واسع من الخواص النووية . تم توسيع فضاء الأنموذج ليشمل دراسة تأثير التفاعلات الثلاثية للبوزون [33]. أن أولى الدراسات التي تناولت تفاعلات البوزون الثلاثية من نوع d كانت من قبل Isacker & Chen [34] وقدموا فيها طريقة بسيطة لاشتقاق التحديد الكلاسيكي Classical limit للصيغة العامة لهاملتوني أنموذج البوزونات المتفاعلة. إن إضافة التفاعلات التكعيبة إلى هاملتوني أنموذج البوزونات المتفاعل له تأثير بارز على تحديد شكل النواة إذ أمكن من خلاله الحصول على نواة تبدي شكل ثلاثي التمحور مستقر Stable triaxial shape. يمكن التعبير عن الحدود التكعيبية بالصيغة [35] :

$$d(l,k,L) = ((d^{+}d^{+})^{l}d^{+})^{(L)}. \ ((\tilde{d}\tilde{d})^{k} d)^{L}$$
(5)

L = 0, 2, 3, 4, 6 وفقا لهذه المعادلة يكون لدينا خمس تشكيلات خطية نحصل عليها من قيم L حيث L = 0, 2, 3, 4, 6 وبالتالي يمكن كتابة المؤثر الهاملتوني بالصورة الآتية :

$$H_{sdC} = H_{sd} + \sum_{L} \theta_{L} [d^{+}d^{+}d^{+}]^{(L)} . [\tilde{d}\tilde{d}\tilde{d}]^{(L)}$$
(6)

ديث ${f \theta}_{\rm L}$ تمثل معاملات التفاعل لقيم ${f L}$ الممكنة.

ان نتائج إتموذج البوزونات المتفاعلة بعد اضافة الحدود التكعيبية يعبر عنها اختصارا بالرمز IBMC النتائج والمناقشة





إذا ما تفحصنا النظر للنتائج العملية لمستويات الطاقة ذات التماثل الموجب للنظائر W¹⁷⁰⁻¹⁸⁰ يتبين لنا أنها تقع في منطقة التحديد (3)SU حسب مثلث كاستن [36] ويقترب فيها عدد نيوتروناتها من منتصف القشرة الرئيسية (126-82) ويصبح فيها تفاعل رباعي القطب الحد المسيطر وتعتبر من النوى ذات الخصائص الجماعية collective properties.

29

أن دراسة مستويات الطاقة ذات التماثل الموجب لنظائر التنكستن هي للحصول على مقدار كبير من المعلومات عن التركيب النووي لهذه النظائر باستخدام أنموذج البوزونات المتفاعلة. أن هاملتوني النظام قادر على وصف الخواص التجميعية لمدى واسع من الانوية المتوسطة والثقيلة. من خلال تطبيق هاملتوني الأنموذج على وصف الخواص التجميعية لمدى واسع من الانوية المتوسطة والثقيلة. من خلال تطبيق هاملتوني الأنموذج على وصف الخواص التجميعية لمدى واسع من الانوية المتوسطة والثقيلة. من خلال تطبيق هاملتوني الأنموذج على هذه الأنوية بعد اختيار قيم ملائمة لمعاملات الهاملتوني (المعادلة 6) و المعامل θ_3 يمثل قوة هذا الحد على هذه الأنوية بعد اختيار قيم ملائمة لمعاملات الهاملتوني (المعادلة 6) و المعامل B_3 يمثل قوة هذا الحد التكعيبي 3 للذي القيمة التي تعطي أشكال ثلاثية مستقرة stable triaxial shape [37] لسطح طاقة الجهد. تم اختيار معاملات الحائر التنكستن من خلال عملية موائمة مع النتائج العملية لمستويات الحزمة الأرضية وحزمة كاما أن المعاملات الحائر التنكستن من خلال عملية موائمة مع النتائج.

الأشكال (6 – 1) تبين مقارنة بين النتائج النظرية IBM, IBMC و النتائج العملية [38] . وجد نسبة الطاقة $(f_1^+)/E(2_1^+)$ لجميع نظائر التنكستن المشمولة بالدراسة تقع ضمن قيمتها النموذجية (3.33) للتحديد ألدوراني SU(3) لذي SU(3) لذكر المشمولة بالدراسة تقع ضمن قيمتها النموذجية (3.33) للتحديد ألدوراني SU(3) . تم الحصول على توافق جيد بين النتائج النظرية والعملية للحزمة الأرضية لجميع النتائج ويبدو أن تأثير الحد SU(3) . وما على توافق جيد بين النتائج النظرية والعملية للحزمة الأرضية لحميع النتائج ويبدو أن تأثير الحد SU(3) . وما على توافق جيد بين النتائج النظرية والعملية للحزمة الأرضية لجميع النتائج ويبدو أن تأثير الحد 3 للحري الحصول على توافق جيد بين النتائج النظرية والعملية للحزمة الأرضية الحميع النتائج ويبدو أن تأثير الحد 3 الما عات الحميع النتائج النظرية والعملية الحزمة الأرضية وحزمة بينا عند مقارنتها مع ويبدو أن تأثير الحد 3 الما والحزم التي تأثيرها على مستويات حامة الحزمة الأرضية وحزمة بينا عند مقارنتها مع التائج العلم الحميع الانوية ، بينما يتبين تأثيرها على مستويات حزمة كاما والحزم التي تليها. إن حالة التائج العلم التائج النظرية عام ويبدو أن تأثير الحد 3 الما والحزمة الأرضية وحزمة بينا عند مقارنتها مع ويبدو أن تأثير الحد 3 الما والحزم التي تليها. إن حالة التائج العميع الانوية ، بينما يتبين تأثيرها على مستويات حزمة كاما والحزم التي تليها. إن حالة التائج العميع الانوية ، الما والحزمة على وجودها في كلا النتائج النظرية BM , IBM مقارنة معار التائج العملية المتوفرة على الرغم من الهبوط الحاصل في طاقة المستويات بعد إضافة الحد θ_3 الى الهاملتونى.

في جميع النظائر المدروسة هناك زيادة في طاقة المستويات مع زيادة الزخم الزاوي للمستوي، كما نلاحظ هناك توافق واضح بين نتائج IBMC والنتائج العملية لكل النظائر . يمكن ملاحظة مدى الهبوط بطاقة مستويات حزمة كاما لنتائج IBMC عند مقارنتها مع IBMC يكاد يكون ثابت بحدود (MeV 0.08 MeV) للنظير ¹⁷⁰ و (0.13 MeV) للنظير W^{178,180} و (0.13 MeV) للنظيرين W^{174,176} و (0.21 MeV) للنظيرين W

الشكل (7) يوضح طاقة مستويات الحزمة الواحدة دالة لعدد النيترونات. نتائج مستويات الحزمة الأرضية تشير الى وجود تطابق واضح بين القيم النظرية والعملية. فيما نتائج حزمة بيتا تشير الى ارتفاع ضئيل في طاقة المستويات لجميع النتائج. النتائج النظرية والعملية للحزمه الأرضية وحزمة كاما تشير إلى وجود ثبوت تقريبي لطاقة المستويات عند النظائر (106—89=N) و (106—96=N) على التوالي. ان نتائج IBMC لمستويات حزمة كاما أظهرت لنا تطابق جيد مع القيم العملية وهذا يشير الى أهمية التفاعلات الثلاثية في تحديد من

احتمالية انتقال رباعي القطب الكهربائي المختزلة

تم حساب احتمالية الانتقال الكهربائية المختزلة . ان اختيارنا قيم المعاملات α_2 , β_2 تم بالاستناد على القيمة العملية للانتقال ($E_2:2^+_1 \to 0^+_1$ لكل نظير.

الجدول (2) يوضح قيم احتمالية الانتقال الكهربائي المختزلة النظرية والعملية. نلاحظ أن الانتقالات بين SU(3) الحزم يكون ضعيف مقارنة مع الانتقالات بين الحزمة نفسها لكون الانتقال بين الحزم لانوية التحديد (3) SU ممنوع حسب قواعد الانتقاء[39] عند تحليلنا للنتائج وجدنا ان الانتقال الأقوى هو $6_1 \rightarrow 6_1$ ، ولوحظ ان (2) B(E2 تزداد بزيادة عدد النيترونات عدا النظير 1^{78} الذي تبدو فيه الانتقالات بين الحزمة الأرضية ضعيف جدا مقارنة مع باقى النظائر.





N T

سطوح طاقة الجهد

واحدة من الطرق المهمة لمعرفة مقدار التشوه الحاصل في الشكل الهندسي للنواة هي سطح طاقة الجهد IBMCP, IBMP. تم حساب سطح طاقة الجهد لكل نواة باستخدام البرنامج IBMCP, IBMP. ان معادلة سطح طاقة الجهد على β,γ تكون [32,34]:

$$E(N,\beta,\gamma) = \frac{\langle N,\beta,\gamma | \hat{H} | N,\beta,\gamma \rangle}{\langle N,\beta,\gamma | N,\beta,\gamma \rangle}$$
(7)

وبعد اشتقاق المعادلة 9 بالنسبة β, β نحصل على:

$$E(N,\beta,\gamma) = \frac{N}{1+\beta^2} (\epsilon_s + \epsilon_d \beta^2) + \frac{N(N-1)}{(1+\beta^2)^2} (A\beta^2 + A_2\beta^3 \cos 3\gamma + A_3\beta^2 + A_4)$$
(8)

وعند إدخال الحدود التكعيبة على هاملتوني الإنموذج تصبح المعادلة بالشكل التالي [40] :

$$E(N,\beta,\gamma) = \frac{N}{1+\beta^2} \left(\epsilon_s + \epsilon_d \beta^2\right) + \frac{N(N-1)}{(1+\beta^2)^2} \left(A\beta^2 + A_2\beta^3 \cos 3\gamma + A_3\beta^2 + A_4\right) + \frac{N(N-1)(N-2)}{(1+\beta^2)^3} A_5\beta^6 + A_6\beta^6 \cos^2 3\gamma\right)$$
(9)

- N: العدد الكلي للبوزونات
- β: معامل التشوه وتأخذ القيم (3-0)
- ($^{0} 60^{\circ}$) عامل زاوية التشوه وقيمها $(^{0} 60^{\circ})$

IBM, برنامج A₁, A₂,, A₆ ε_s, ε_d, : معاملات تعتمد على معاملات الهاملتوني المدخلة الى برنامج .IBMC-code

الشكل (8) يوضح الشكل الكنتوري لسطح طاقة الجهد للنظائر ${
m W}$.

تشير نتائج IBM, IBMC لجميع النظائر الى التطابق التام في ما بينها في قيم طاقة الجهد عند كل قيم β المقابلة لـ $\gamma = 0$ وعند المنطقة $\gamma = 60 \ge \gamma \ge 0$, $0.5 \ge \beta \ge 0$ ويمكن تفسير ذلك على ان اعتماد المقابلة لـ $\gamma = 0$ وعند المنطقة $\gamma = 60 \ge \gamma \ge 0$, $\gamma \ge 0 \ge 0$ ويمكن تفسير ذلك على ان اعتماد طاقة الجهد على المعامل γ الذي يظهر في الحد الأخير من المعادلة (9) يكون معدوم أي لا يوجد تأثير للتفاعلات الثلاثية في هذه المنطقة. وبعدها يبدأ تأثير هذه التفاعلات بالظهور عند النظير المعادلة أوطئ قيمة للجهد عند

تظهر IBM تظهر اوطئ قيمة للجهد في نتائج IBM تظهر (2.44-)، بينما أوطئ قيمة للجهد في نتائج IBM تظهر في المنطقة $\gamma \ge \gamma \ge 15^{\circ}$ وتساوي (2.03-) ، ثم يأتي بعدها الخطوط الكنتورية الأخرى وبقيم في المنطقة $\gamma = 0^{\circ}$



PFS أعلى متزايدة تدريجيا وممكن ملاحظة هذا السلوك في جمع النظائر المدروسة. ففي النظير ^{180}W نتائج IBMC تشير الى ان أوطئ قيمة للجهد تساوي (6.26-) تظهر عند $^{0}15 \ge \gamma \ge ^{0}2 \ge 1.5 \ge 1.5$ i IBMC تشير الى ان أوطئ قيمة للجهد عند $^{0}5 \ge \gamma \ge ^{0}2 \ge 1.5 \ge 1.5 \ge 1.5$ وهي قيمة iIBM تظاهر أدنى قيمة للجهد عند $^{0}5 \ge \gamma \ge ^{0}2 \ge 1.5 \ge 1.5 \ge 1.5$

29

أن الخطوط الكنتورية لسطح طاقة الجهد الخاصة بنظائر التنكستن المدروسة تؤكد انتماء هذه النظائر للتحديد (3) SU(3) ، ان الدراسة التي قدمها Hyde وجماعته [37] تضمنت أشكال نموذجية لسطوح طاقة الجهد للتحديدات الثلاث (6) , SU(3) , O(6) وجاءت نتائجنا مطابقة لما توصل إليه هذا البحث.

مما سبق يمكن أن نتنبأ حول الشكل النهائي للنواة قبل وبعد إضافة الحدود التكعيبية، أن نتائج IBM لكافة النظائر المختارة تبين لنا أنها ذات شكل متطاول axial prorate shapes عند أوطئ قيمة للجهد التي تقابل $\gamma = 0^0$ ، وبعد إضافة الحدود التكعيبية يتغير شكل هذه الانوية الى Triaxl shapes عند أوطى مح > $\gamma > 0^0$ [41].

الاستنتاجات

-	¹⁷⁰ W	β – band	γ – band	β^{\prime} - band	γ^\prime - band
4 -	g. s . band			10*	10 [*]
3 -		10*	10 [*]	8* <u> </u>	8* 7*
2 -	10* — —	8 ⁺		6^{+}	6 5* 4* 3*
- 1 -	8 ⁺ —	4^{+}	5^{+}_{4}	² 0 ⁺ = =	
0 -	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	IBM IBMC EXP	IBM IBMC EX	P IBM IBMC EX	P IBM IBMC EXP
	IBM IBMC EXP				

شكل(1) مقارنة لقيم طاقة تهيج مستويات النظير W ¹⁷⁰ النظرية و العملية [38]









شكل(3) مقارنة لقيم طاقة تهيج مستويات النظير W¹⁷⁴ النظرية و العملية [38]



شكل(2) مقارنة لقيم طاقة تهيج مستويات النظير W 172 النظرية و العملية [38]











شكل(4) مقارنة لقيم طاقة تهيج مستويات النظير W 176 النظرية و العملية [38]









مستويات النظير W¹⁸⁰ النظرية و العملية [38]







الشكل (7) مستويات الطاقة دالة لعدد النيترونات لنظائر التنكستن W





Misan Journal for Academic studies 2016



مجلة ميسان للدراسات الأكاديمية



 $^{170-180}$ W الشكل (8) سطوح طاقه الجهد potential energy surfaces لنظائر التنكستن

29



الجدول(١)

يوضح قيم المعاملات المستخدمة لنظائر التنكستن







А	N	E _d	a _o	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	θ3	χ	α	β
170	11	0.00	0.00	0.015	-0.0137	0.010	0.00	0.00	-	0.180	0.06
		0	0	0			8	5	1.32		0
172	12	0.00	0.00	0.012	-0.0139	0.009	0.00	0.00	-	0.191	0.04
		0	0	0			6	6	1.32		5
174	13	0.00	0.00	0.011	-0.0142	0.006	0.00	0.00	-	0.170	0.05
		0	0	8			2	6	1.32		0
176	14	0.00	0.00	0.010	-0.0125	0.011	0.00	0.00	-	0.180	0.09
		0	0	6			0	5	1.32		0
178	15	0.00	0.00	0.010	-0.0145	0.004	0.00	0.00	-	0.100	0.09
		0	0	5			0	5	1.20		0
180	16	0.00	0.00	0.010	-0.0153	0.004	0.00	0.00	-	0.151	0.08
		0	0	8			0	5	1.05		0

الجدول (2) قيم احتمالية الانتقال الكهربائي المختزلة النظرية والعملية [38] لنظائر التنكستن W





-				¹⁸⁰ W				
I_i^+ –	$\rightarrow I_{f}^{+}$	^{176}W	IB		¹⁷⁸ W			
ı	J		MC	EXP	IBMC			
		EXP		EXP	IBMC			
	$2_1 \rightarrow 0_1$		0.8860	0.2222	0.8373			
	$4_1 \xrightarrow{0}$		1.2541	0.3146	1.1866			
	$6_1 \rightarrow 1$		1.3582	0.3408	1.2880			
	$\begin{array}{c} 4_1 \\ 8_1 \rightarrow \end{array}$		1.3863	0.3481	1.3194			
	$6_1 \\ 10_1$		1.3752	0.3459	1.3161			
			0.0011	0.0004	0.0033			
	$\begin{array}{c} 0_2 \\ 0_2 \rightarrow \end{array}$		0.1103	0.0495	0.0669			
	$\begin{array}{c} 2_1 \\ 4_2 \rightarrow \end{array}$		0.4719	0.1245	0.4553			
	$\begin{array}{c} 2_2\\ 3_1 \rightarrow \end{array}$		0.2329	0.1089	0.1934			
	$\begin{array}{c} 2_1 \\ 3_2 \rightarrow \end{array}$		0.0346	0.0150	0.0205			
	$\begin{array}{c} 2_2 \\ 3_1 \rightarrow \end{array}$		0.1235	0.0552	0.0985			
	$\begin{array}{c} 4_1 \\ 5_1 \rightarrow \end{array}$		0.7488	0.1976	0.7238			
	3_1 $5_1 \rightarrow$		0.1832	0.0876	0.1556			
	$5_1 \xrightarrow{4_1}$		0.6803	0.1778	0.6777			
	$ \begin{array}{c} 4_2 \\ 6_1 \rightarrow \\ 4_2 \end{array} $		0.0230	0.0103	0.0186			





А	N	٤ _s	ε _d	A ₁	A ₂	A ₃	A_4	A ₅	A ₆
170	11	-0.068	0.081	-0.003	-0.039	-0.055	0.000	- 0.001	0.00
172	12	-0.069	0.057	-0.004	-0.039	-0.056	0.000	- 0.001	0.00 1
174	13	-0.071	0.044	-0.006	-0.040	-0.057	0.000	- 0.001	0.00 1
176	14	-0.063	0.045	-0.006	-0.035	-0.050	0.000	- 0.001	0.00 1
178	15	-0.072	0.033	-0.006	-0.037	-0.058	0.000	- 0.001	0.00 1
180	16	-0.076	0.038	-0.005	-0.034	-0.061	0.000	- 0.001	0.00 1

الجدول (3) قيم المعاملات المستخدمة في حساب سطح طاقة الجهد لنظائر التنكستن W¹⁷⁰⁻¹⁸⁰





Triaxial interactions effect in the nuclear structure of nuclei

Tungsten (W^{170–180})

Ashwaq Faisal Jaafer

Department of Physics- College of Education for Pure Sciences- University of Basrah-Basrah- Iraq

Abstract

The positive parity energy levels and electric quadruple transition probabilities of even-even ¹⁷⁰⁻¹⁸⁰W nuclei have been studied by using interacting boson model (IBM). The behavior of energy levels as a function of neutron number has been investigated. The study of the influence of the cubic interaction on the nuclear structure is undertaken. The potential energy surfaces as a function of (β , γ) deformation parameters for all isotopes have been produced. From the calculated results and the parameters value, it is found that these isotopes can be described by a schematic Hamiltonian of SU(3) (rotation) dynamic symmetry. The results obtained are found in good agreement with recent experimental data.

Keywords: Interacting Boson Model, W-isotopes, energy levels, potential energy surfaces

References

[1] K. Nomura, T. Otsuka, R. Rodriiguez-Guzman, L. M Robledo and P. Sarriguren, Phys. Rev C, Vol.84, 054316, (2011).

[2] M. Sugawara, H. Kusakari, Y. Yoshizawa, H. Inoue, T. Morikawa, T Shizuma, and J. Srebrny, Phys. Rev. C, Vol. 83, 064308, (2011).

[3] A. Kardan, I. Ragnarsson, H. Miri-Hakimabad and L. Rafat-Motevali, Phys. Rev C, Vol. 86, 014309,(2012).

[4] C. Bernards et al., Phys. Rev. C, Vol. 87, 024318, (2013).

[5] S. P. Bvumbi et al., Phys. Rev. C, Vol. 87, 044333, (2013).

[6] Krisna Kumar, Nuclear Phyaics A, Vol.122, 273, (1968)

[7] P. M. Walker, G. D. Dracoulis, J. R. Leigh, M. G. Slocombe and I. F. Wright, high spin state and backbending in the light Tungsten isotopes, ANU-P/652, 1976.

[8] G. D. Dracoulis and J. De Physique, Tome 41, C10-66, (1980).





[9] R D Ratna Raju, J. Phys. G: Nucl. Phys., Vol. 8, 1663, (1982).

[10] F. Meissner, W. D. Schmidt-Ott, V. Freystein, T. Hid, E. Runte, H. Salewski and R. Michaelsen, Zeitschrift für Physik A Atomic Nuclei, Vol. 337, 45, (1990).

29

[11] M. Veskovic, W. D. Hamilton and Krishna Kumar, Phys. Rev. C, Vol. 41, (1990).

[12] L. M. Chen, Chinese J. of physics, Vol. 32, 809, (1994).

[13] Iman Tarik Al-Alawy and Ataa Ali Hussein, J. of science Al-Mustansiryia, Vol. 20, No. 3, 44, (2009).

[14] Iman Tarik Al-Alawy and Ataa Ali Hussein, J. of science Al-Mustansiryia, Vol. 20, No. 3, 54, (2009).

[15] Iman Tarik Al-Alawy and Ataa Ali Hussein, J. of science Al-Mustansiryia, Vol., 20, No.4, 81, (2009).

[16] Iman Tarik Al-Alawy and Ataa Ali Hussein, J. of science Al-Mustansiryia, Vol. 21, 35, (2010).

[17] J.B. Gupta, Proceedings of the International Symposium on Nuclear Physics, 176, (2009).

[18] Kosuke Nomura, Noritaka Shimizu, and Takaharu Otsuka, Phys. Rev. C, Vol. 81, 044307, (2010).

[19] Muhsen Cadem Motleb, J. of Kerbala university, Vol. 8, 439, (2010).

[20] Jevgenijs Proskurins, Ph. D., Thesis, university of Latvia, (2010).

[21] Iman Tarik Al-Alawy, Khalid Salman Ibraheim and Ali Kalaf Aobaid, J. of college of education, No. 1, 253, (2011).

[22] Zsolt Podolya'k, J. of Phys., Conference Series 381, 1, (2012)

[23] ChangFeng Jiao, Yue Shi, FuRong Xu, Yang Sun and P. M. Walker, Science China Physics, Vol. 55, 1613, (2012).

[24] S. I. Sukhoruchkin and Z. N. Soroko, Landolt-Bõrnstein- Group I Elementary Particles, Nuclei and Atoms, 466, (2013).

[25] S. I. Sukhoruchkin and Z. N. Soroko, Landolt-Bõrnstein- Group I Elementary Particles, Nuclei and Atoms, 107, (2013).

[26] Mohammed A. AL-Ammeer and Mushtaq A. Hussein, J. of Babylon university/ Pure and Applied Science, Vol. 21, No. 4, 1431, (2013).

[27] Mohammed A. AL-Ammeer and Mushtaq A. Hussein, J. of Babylon university/ Pure and Applied Science, Vol. 21, No. 3, 1015, (2013).

[28] F. I. Sharrad, Hewa Y. Abdullah, N. AL- Dahan, N. M. Umran, A. A. Okhunov and H. Abu Kassim, Chinese Phy. C, Vol. 37, 034101, (2013).

[29] Akito Arima and F. Iachello, Annals of Phy., Vol. 99, 253, (1976).

[30] Akito Arima and F. Iachello, Annals of Phy., Vol.111, 201, (1978).

[31] F. H. Al-Khudair, J. Basrah Researches, Vol. 24, 79, (2000).





[32] F. Iachello and A. Arima, "The interacting boson model", Cambridge, Cambridge university press, (1987).

[33] J. Proskurins, A. Andrejevs, T. Krasta, L. Neiburgs and J. Tambergs, Bulletin of the Russian academy of sciences: Phys. Vol. 71, 894 (2007).

[34] P. V. Isacker and Jin-Quan Chen, Phys. Rev. C24, 684 (1981).

[35] K. Heyde, Algabric approaches in Nuclear Structure, Chpt. 6 (1993).

[36] B. Vaidya, Gamma ray spectroscopy of some N=78 nuclei, Project report for Indian institute of technology Roorkee, 1 (2008).

[37] K. Heyde, P. V. Isacker, M. Waroquier and J. Moreau, Phys. Rev. C29, 1420, (1984).

[38] National Nuclear Data Center http://www.nndc.bnl.gov.

[39] D. D. Warner and R. F. Casten, Phys. Rev. C25, 2019 (1982).

[40] J. N. Ginocchio and M. W. Kirson, Phys. Rev. Lett. Vol. 44, 1744 (1980).

[41] K. Nomura, Ph. D., Thesis, university of Tokyo, (2013).



