

***مشروع بحث مقدم إلى قسم الفيزياء/كلية العلوم/جامعة كربلاءكجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء***

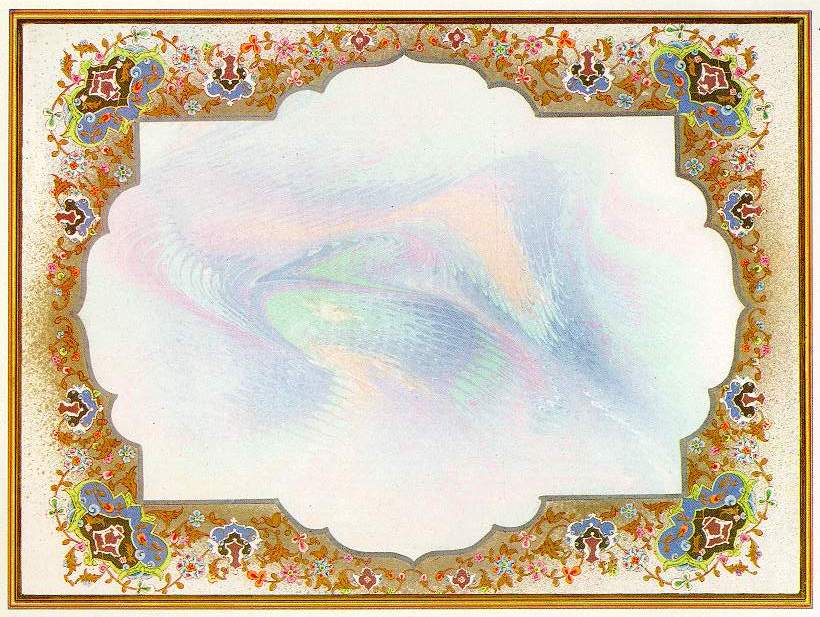
**من قبل:**

**هديل ثامر عبد الغني**

**باشراف**

**أ.د فاضل اسماعيل شراد**

**1436 هـ 2015 م**

****

**بِسْـمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ**

**﴿نَرْفَعُ دَرَجَاتٍ مِّن نَّشَاء وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ﴾**

**صدق الله العلي العظيم**

**سورةيوسف الآية (٧٦(**



كلمةشكــر

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خير خلق الله أجمعين محمد وآله الطيبين الطاهرين وصحبه المنتجبين .

يطيب لي وا ناانهي بحثي هذا إن أتوجه بوافر الشكر وعظيم الامتنان وفائق الاحترام الى(الدكتور فاضل اسماعيل شراد و الاستاذة هدى هاشم) لما قدما لي من توجيهات وإرشادات العلمية ومتابعتهم لي طوال فترة البحث، وفقهما الله وأطال عمرهما وجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتقدم بالشكر الجزيل والتقدير الكبير إلى عمادة كلية العلومـــ جامعة كربلاء ،ورئاسة قسم الفيزياء، ولا يفوتني إن أعرب عن الشكر والامتنان لأساتذتي الذين أسهموا في تدريسي في مرحلة البكالوريوس .

واعتزازا ووفاء مني لزملائي وتقديرا للصداقة، يسرني إن اشكر زملائي الطلبة ،كما أتوجه بشكري إلى كل من وقف بجانبي وساندني طيلة مدة البحث و أقف عاجزا عن عبارات الشكر والامتنان إلى عائلتي لما قدموه لي من تشجيع ومساعدات لإكمال الدراسة.

ومن الله التوفيق

**المحتويات**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| التسلسل | الموضوع | رقم الصفحة | |
| **الفصل الأول :- المقدمة** | | | |
| (1-1) | مقدمة عامة | 1 | |
| (2-1) | دراسات سابقة | 3 | |
| (1-3) | الهدف من البحث | 5 | |
| **الفصل الثاني :- النظرية** | | | |
| (1-2) | نموذج البوزونات المتفاعلة (IBM) | 6 | |
| (2-2) | نموذج البوزونات المتفاعلة الأول (IBM-1) | 7 | |
| (3-2) | التحديد الدوراني SU(3) : The Rotational Limit | 10 | |
| **الفصل الثالث :- النتائج و المناقشة** | | | |
| النتائج والمناقشة | | | 12 |
| الاستنتاجات | | | 14 |
| المقترحات المستقبلية | | | 14 |
| المصادر | | | 15 |

**الفصل الأول**

**المقدمة**

**1-1 مقدمة عامة**

لقد توافرت للفيزياء النووية كميات هائلة من المعطيات والمعلومات النظرية والتجريبية المتعلقة بالنوى بسبب البحوث الكثيرة التي حاولت الولوج إلى داخل هذه النوى أو بسبب لمحاولة تفكيك هذه النوى إلى مكوناتها المختلفة، لذلك فقد أصبح من واجب باحثي الفيزياء النووية وضع نموذج أو نماذج نووية والتي تعد الخطوة الأولى لفهم المعطيات الملاحظة والمقاسة والربط بينها واستخلاص النتائج. وعلى الرغم من النجاح الكبير الذي حققته العديد من النماذج النووية المقترحة في ربط المعطيات وتفسير الخواص النووية، الا انها لم تصل إلى مرحلة اعتماد نموذج واحد، أي نظرية موحدة شاملة تستطيع أن تفسر كل ما يخص النوى من تركيب وتفاعلات.

إن أهم النماذج النووية الأساسية المقترحة لوصف التفاعل بين النيوكليونات والمعمول بها حالياً هي نموذج القشرة (Shell Model) ونموذج قطرة السائل (Liquid Drop Model) والنموذج الجماعي (Collective Model) (وهي النماذج التي سيتم التطرق إليها في الفصل الثاني).إن كل نموذج من هذه النماذج يستند إلى مجموعة من الفرضيات وقد يكون مفيداً في حدود معينة ويستطيع تفسير نطاق محدد من المعطيات التجريبية ولكنه قد يفشل عند تطبيقه على معطيات تقع خارج ذلك النطاق. فمثلاً يعد نموذج القشرة مناسباً اذا تم افتراض أن التفاعل بين النيوكليونات تفاعل ضعيف، في حين يستخدم نموذج قطرة السائل أو النموذج الجماعي لوصف التفاعلات القوية بين النيوكليونات.

قدم الباحثان (Arima&Iachello) في عام [1]1974 نموذجاً نووياً   
جديداً سمي بنموذج البوزونات المتفاعلة (Interacting Boson Model)   
[Casten and Warner, 1988][2]، لقد اعتمد هذا النموذج في الكثير من جوانبه على نظرية الزمر (Group Theory)، وهو يصف نظاماً من بوزونات s (L=0) و d (L=2) تتفاعل فيما بينها. ولا يميز هذا النموذج في صيغته الأولى (IBM-1) بين البروتونات والنيوترونات.

لقد تم استخدام نموذج البوزونات المتفاعلة في الكثير من البحوث والدراسات التي تناولت مختلف النوى ومختلف الجوانب المتعلقة بها وخضع للعديدمن التطويرات والتحسينات مثل النموذج (IBM-2) الذي يأخذ بالحسبان الفرق بين   
البروتونات والنيوترونات، ونماذج الفيرميونات-البوزونات المتفاعلة الأول والثاني (Interacting Boson-Fermion Model) واللذان يصفان النوى الفردية-الزوجية، [Arima and Iachello, 1987][3].

وكانت الغاية الأولى من دراسة نظائر Os هو أيجاد التحديد الذي تنتمي إلية هذه النوى وبالتالي معرفة شكل النواة من خلال دراسة بعض الخصائص النووية .

ومن اجل تحقيق هذا الهدف تطلب الأمر استخدام نموذج البوزونات المتفاعلة الأول IBM-1.

**2-1الدراسات السابقة Literature Survey**

لقد خضعت نظائر الأوزيميوم (Osmium) للكثير من الدراسات التي قام بها العديد من الباحثين. فقد قامKibedi[4] ومجموعة من الباحثين عام 1994 بدراسة مجموعة كبيرة من البيانات على خصائص الاضمحلال وحساب الانتقالات الكهربائية E2و E0النسبية لنظائر الاوزيميوم Os174-184. وفي عام 1995 قام كل من [5]W.-T. Chou و S. T. Hsieh بدراسة المستويات ذات التناظر السالب لنظائر الاوزيميوم Os172-180بأستخدام نموذج البوزونات المتفاعلة الاول.

وفي عام 1999 قام C.Fransen[6] دراسة استطارة الفوتونات عمليا لتحديد شكل النوى 190Os ،192Os لمدى من الطاقات اقل من Eγ<4Mev و تحديد طاقات التهيج للمستويات الواطئة و الزخم الذاتي و استطارة الفوتون و مساحه المقطع العرضي للتفاعل للنوى الزوجية-الزوجية.

و في عام 2003 قام كل من A.Bouldjed and M.L>Benabderrahmane[7] بدراسة التماثل الدوراني للنظيرين 187Os ،186Os عند n=104، و أظهرت هذه الدراسة إن هذه النظائر تميل إلى التحديد الدوراني بالاعتماد على قيم البيانات العملية أما التحليل النظري فوجد إنها تميل إلى التناظر O(6)و SU(3) باستخدام معلمات التماثل للبوزونات المتفاعلة.

أما في عام 2005 قام العالم [8] بإجراء دراسة تتضمن دراسة احتمالية الانتقال للنظائر 180Os،178،176الزوجية-الزوجية وعزم رباعي القطب الكهربائي باستخدام نموذجي IBM و GCM.

قام P. Sarriguren [9] و R. Rodr´ıguez-Guzm´an و L.M. Robledo عام 2008 بدراسة تحول شكل النواة عن طريق حساب طاقة جهد السطح لسلسلة من النظائر Yb, Hf, W, Os, and Pt لعدد النيترونات من 110 الى 122 باستخدام طريقةSkyrmeHartree-Fock +BCSapproach.

وفي عام 2011 قام K. Nomura[10] مع مجموعة من الباحثين بدراسة النظيرين Wو Os بتحقيق التطور الهيكلي باستخدام نموذج البوزونات المتفاعلة الاول التي حدد حساباتها Hartree-Fock-Bogoliubov (HFB) calculationswith the Gogny-D1S Energy Density Functional (EDF).

3-1**الهدف من البحث :The aim of the research**

تم دراسة عنصر الاوزيميوم Os وهو احد العناصر المتوسطه ضمن نظائره الزوجية Os180-184 لغرض حساب طاقة جهد السطح لنظائرالاوزيميوم الزوجية-زوجيةOs180-184.

الفصل الثاني

**النظرية**

**1-2 نموذج البوزونات المتفاعلة IBM :**

بعد ان أظهرت النماذج النووية السابقة عجزها في تحديد و كشف بعض الخواص النووية و عدم تطابق بعض نتائجها مع النتائج العملية , اقترح ( Iachello&Arima ) في عام 1974[1] نموذجا نوويا اخر يصف التركيب النووي للنوى الزوجية – الزوجية الجماعية للمستويات الواطئة ( Low – Lying Collective Levels ) يسمى نموذج البوزونات المتفاعلة ( Interacting Boson Model ) و الذي اعتبر منذ ذلك الحين موضوعا لكثير من البحوث , حيث اهتم بوصف التركيب الجماعي ( Collective Structure ) للنوى المتوسطة و الثقيلة .

نموذج البوزونات المتفاعلة IBM يعالج النيوكليونات ( Nucleons ) خارج الأغلفة المغلقة للنوى الزوجية – الزوجية بوصفها كأزواج من البروتونات و النيوترونات تدعى البوزونات (Bosons) و التي لها القابلية على التفاعل مع بعضها و يمكن أن تشغل المستوى الأرضي S( Ground State ) عندما يكون زخمها الزاوي مساويا للصفر (L=0) و تسمى بوزونات S( S-boson ) , و تشغل المستويات المتهيجة عندما يكون زخمها الزاوي (L=2) و تسمى بوزونات d(d-boson) و عندما يكون (L=3)

عددا فرديا تسمى بوزونات f( f-boson ) و هذه تصف حالات التماثل السالبة (Negative Parity State) .

**2-2 نموذج البوزونات المتفاعلة – 1 (IBM-1) :**

ان نموذج البوزونات المتفاعلة -1 لا يميز بين بوزونات البروتونات (Sπ,dπ) و بوزونات النيوترونات (Sν , dν) حيث يتم حساب عدد البوزونات بوصفها أزواج من الجسيمات Nπ(ν)( Particles Pair)[2] ابتداءا من أقرب قشرة مغلقة و حتى منتصف القشرة التي تليها حيث يتم حساب البوزونات بعدها بوصفها أزواج من الفجوات ( Hole Pairs ) أما في حالة التمييز بين بوزونات البروتونات و النيوترونات فأن النموذج المختص لمعالجتها يدعى بنموذج البوزونات المتفاعلة -2 (IBM-2) . في نموذج البوزونات المتفاعلة -1 نجد أن بوزونات S و d يمكنها التفاعل فيما بينها و نتيجة لذلك فأن الصيغة العامة للنظام الهاملتوني تكتب بعد تعريف مؤثرات الخلق ( Creation Operators )( S† , d†m ) و مؤثرات الفناء ( Annihilation Operators )(S,dm) و كما يلي

(2-1)

حيث أن cL(L=0,2,4) , νL(L=0,2) , uL(L=0,2) تصف تفاعل البوزونات بعضها مع بعض و تعتمد هذه المعاملات على عدد البوزونات N أما الأقواس فإنها تمثل الزخم الزاوي , و هناك عدة صيغ اخرى مكافئة للصيغة العامة لكتابة المؤثر الهاملتوني للطاقة حيث يمكن اعادة كتابة المعادلة باستعمال صيغة التوسع متعدد القطبية (multiple expansion):

(2.2)

حيث أنĤ تمثل طاقة البوزونات و للسهولة افترض أن طاقة البوزون s مساوية للصفر و لهذا فأن أما المعاملات*a0,a1,a2,a3,a4*فأنها تعبر عن قوة تفاعل الازدواج و الزخم الزاوي و رباعي القطب و ثماني القطب و القطب السادس عشر بين البوزونات و على التوالي . تمتلك بوزونات (d , S) معا ستة مركبات (six components) كما في المعادلة حيث تمتد المركبات الخمسة للبوزونات d و المركبة المفردة للبوزون S على فضاء لستة أبعاد (six dimensional space) و لذلك ممكن وصفها U(6)[2, 3].

و من الخواص الأخرى التي يمكن حسابها بالإضافة الى حساب مستويات الطاقة باستعمال هذا النموذج هي معدلات الانتقال الكهرومغناطيسي (E.M.transition rates) و الصيغة العامة هي [2, 3]:

(2.3)

حيث تمثل α2و معاملات الحدود المختلفة للمؤثر , و تعطي هذه المعادلة ايضا مؤثرات الانتقال للانتقالات E4,M3,E2,M1,E0 مع قيم مناسبة للمعاملات المتعلقة بها. و من الممكن الحصول على المؤثر الانتقالي Tm(L) الذي شهد تطبيقات واسعة الانتشار في تحليل انتقالات اشعة كاما من الصيغة التالية:

(2.4)

ان مؤثر الانتقال متعدد القطبية (E2) يتطلب معرفة معاملين هما α2 , β2 اضافة الى دالتي الموجة (Two Wave Functions) للحالتين الابتدائية و النهائية , و بمجرد معرفة مؤثرات الانتقال فأنه من الممكن حساب معدلات الانتقال الكهرومغناطيسية و بالطريقة الاعتيادية نأخذ عناصر المصفوفة المختزلة (Reducible Matrix Elements) لبين الحالتين الابتدائية و النهائية و بعد ذلك نحصل على B(EL) و B(ML) من العلاقة التالية :

(2.5)

**2-3 التحديد الدوراني SU(3)** : **The Rotational Limit**

هذا التحديد في البرنامج يستند الى كون طاقة البوزون (ε) أصغر بكثير من جهد التفاعل V . أي أن تفاعل رباعي القطب الكهربائي (Q.Q) هو المهيمن في التفاعل اضافة الى تفاعل ثنائي الزخم الزاوي (L.L) و الصيغة العامة للهاملتون هي[2, 3, 11] :

(2.6)

أما معادلة القيمة الذاتية لهاملتون SU(3) فإنها تعطى بـ :

(2.7)

حيث أن الأعداد الكمية (M,L,N) يمثلان حالات SU(3) أما العدد الكمي K يرمز الى الحالات التي تمتلك قيما متساوية لـ (λ ,μ ,L) أما قيمة المؤثر الانتقالي Tm(E2) لهذا التحديد فأنه يعطى بالصيغة الاتية [11, 12, 13]:

(2-8)

حيث اعتبرت و تكون قواعد الاختيار (Selection Rules) لهذا التحديد :



لغرض الحصول على المزيد من الأفكار البديهية لمشكلة الأشكال ثلاثية المحاور , يمكن حساب المحدد الكلاسيكي الهاملتوني من المعادلة رقم (2-1) .

التقنية التي وصفها ( Dieperink et al ) [2, 3, 14]تسمح للفرد أن يعطي تعبير جبري لطبيعة الانتقال بين مرحلة و اخرى , مثل هذه التعابير و التي تعرض الاعتماد الأساسي على β وγ , يمكن تمثيلها بالشكل:

E(N,β,γ) = εdN [β2 /(1+β2)] + a1N (N-1) [β4 /(1+ β2 )2] , …U(5)

E(N,β,γ) = a2N(N-1) [(1+ ¾ β4 - √2 β3cos3γ) /(1+β2)2] , …SU(3)

E(N,β,γ) = a0N(N-1) [ (1- β2) / (1+ β2)]2 , …..………………O(6)

(2-9)

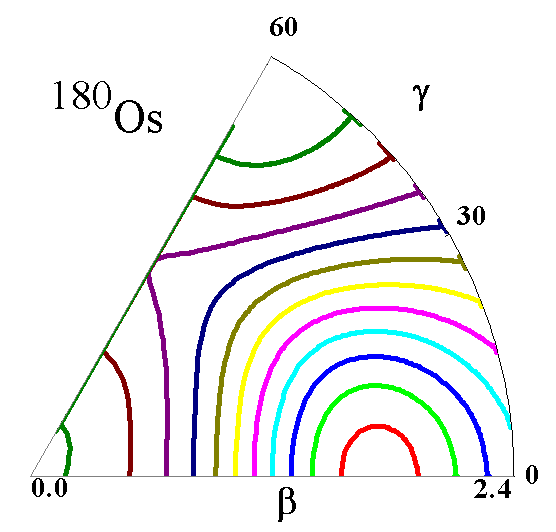
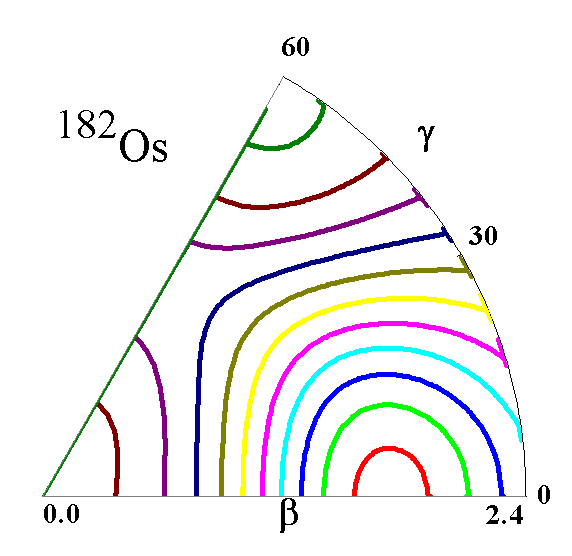
هذه التعابير تجعل ( القيمة الكبيرة N ) βmin = 0 , √2 , 1 لكل من U(5) , SU(3) , O(6) على التوالي .

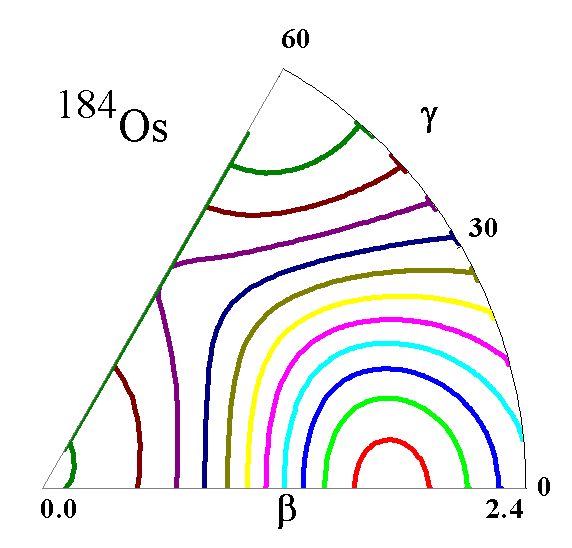
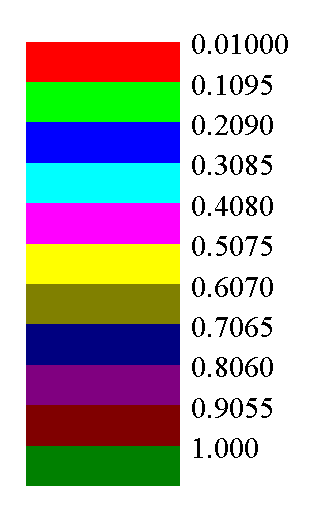
الفصل الثالث

النتائج و المناقشة

في هذه الدراسة استخدم نموذج البوزونات المتفاعلة الاول لحساب طاقة جهد السطح لنظائر الاوزميوم ذات العدد الذري 76 وعدد نيترونات يتراوح بين 104 الى108[14-17]. والشكل (3-1)يمثل طاقة جهد السطح للنظائر قيد الدراسة. واظهرت النتائج ومن خلال الرسوم الكنتورية بان جميع النظائر تمتلك خصائص دورانية مستعرضة. و بالتالي و في وصف هندسي يمكن التفكير في النطاقات على انها تحتوي على K من أعداد الكم .

في اطار IBM-1 , السلاسل النظائرية لنواة الاوزميوم تحتوي على عدد من فجوات بوزونات البروتون (3) , و يتراوح عدد جسيمات بوزونات النيوترون (11) للنظير 180Osوعدد من فجوات بوزونات النيوترون للنظيرين 182-184Os.





الشكل (3-1) يمثل طاقة جهد السطح لنظائر180-184Os[14-17].

**2-3 الاستنتاجات**

1. من خلال هذه الدراسة نستنتج بان النظائر قيد الدراسة هي نظائر مشوهة.
2. ان الانموذج المستخدم نجح بحساب طاقة جهد السطح.

**3-3 المقترحات المستقبلية**

- أجراء دراسة على نظائر Hf باستعمال نموذج (IBM-2) للتمييز بين بوزونات البروتونات وبوزونات النيوترونات لاحتوائه على معلومات أكثر عن خصائص مستويات الطاقة وتحديد شكل النواة.

2- دراسة سلسلة من نظائر Hf الفردية لمعرفة تأثير الفيرميون المنفرد على شكل النواة.

**المصادر**

[1] Arima, A. and Iachello, F., Boson symmetries in vibrational nuclei, Phys. Lett. B, Vol.53, 309(1974).

[2]Casten, R. F. and Warner, D. D. Interacting Bosons Approximation, Rev. Mod. Phy. 60, 389(988).

[3] Arima, A. and Iachello, F. The Interacting Boson Model, Cambridge University Press, 1987.

[4] T. Kibedi, G.D. Dracoulis, A.P. Byrne, P.M. Davidson and S. Kuyucak, Nucl. Phys. A567, 183(1994).

[5] W.-T. Chou and S. T. Hsieh, phys. Rev. C51, 1(1995).

[6] C.Fransen , phys.Rev.C59, 2265(1999).

[7] A. Bouldjed and M. L. Benabderrahmane, Nucl.Part.phys. 29,1327(2003).

[8] Dewaled, Nucl.Part.phys. 31, 1427(2005).

[9] P. Sarriguren, R. Rodr´ıguez-Guzm´an and L.M. Robledo, phys. Rev. C **77**, 064322(2008).

[10] K. Nomura, T. Otsuka, R. Rodr´ıguez-Guzm´an, L. M. Robledo, P. Sarriguren, P. H. Regan, P. D. Stevenson, and Zs. Podoly´ak, Phys. Rev. C **83**, 054303(2011).

[11] Dennis Bonatsos, E. A. McCutchan, and R. F. Casten, Phys. Rev. Lett., 104, 022502 (2010).

[12] J. ENGEL and F. IACHELLO, Nucle. Phys., A472, 61 (1987).

[13] F. Iachello and A. Arima, The Interacting Boson Model, Cambridge11- A.E.L. Dieperink, O. Scholten, and F. Iachello, Phys. Rev. Lett. 44, 1747 (1980).

[14] <http://www.nndc.bnl.gov/chart/getENSDFDatasets.jsp>.

[15] S. C. WU and H. NIU, Nuclear Data Sheets 100,483(2003).

[16] BALRAJ SINGH AND JOEL C. ROEDIGER, Nuclear Data Sheets 111, 2081 (2010) .

[17] R. B. FIRESTONE, Nuclear Data Sheets 58, 243(1989).

**R.B. FIRESTONE**