

جامعة كربلاء

كلية العلوم

قسم الفيزياء

حساب مستويات الطاقه لعنصر الاوزميوم زوجيه-زوجيه

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

**من قبل:**

حوراء علي حبيب

**باشراف**

أ.م.د فاضل اسماعيل شراد

**1436 هـ 2015م**



**بسم الله الرحمن الرحيم**

“يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُون خَبِيرٌ"

صدق الله العظيم

سورة المجادلة الآية رقْم 11



**الأهداء**

**إلى من افتقده في مواجهة الصعاب ولم تمهله الدنيا**

**لأرتوي من حنانه..**

**أبي**



***الشكر والتقدير***

**في مثل هذه اللحظات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلمات ... تتبعثر الأحرف وعبثاً أن يحاول تجميعها في سطور   
سطوراً كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلاً من الذكريات وصور تجمعنا برفاق كانوا إلى جانبنا .............  
فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونحن نخطو خطوتنا الأولى في غمار الحياة   
ونخص بالجزيل الشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب عملنا و  
وإلى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا   
إلى الأساتذة الكرام في كلية العلوم ونتوجه بالشكر الجزيل إلى   
  
الدكتور  
  
فاضل اسماعيل شراد**

**الذي تفضل بإشراف على هذا البحث فجزاه الله عنا كل خير فله مني كل التقدير والاحترام ..**

**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 أنموذج أو أنموذجات نووية والتي تعد الخطوة الأولى لفهم المعطيات الملاحظة والمقاسة والربط بينها واستخلاص النتائج. وعلى الرغم من النجاح الكبير الذي حققته العديد من الأنموذجات النووية المقترحة في ربط المعطيات وتفسير الخواص النووية، الا انها لم تصل إلى مرحلة اعتماد أنموذج واحد، أي نظرية موحدة شاملة تستطيع أن تفسر كل ما يخص النوى من تركيب وتفاعلات.

إن أهم الانموذجات النووية الأساسية المقترحة لوصف التفاعل بين النيوكليونات والمعمول بها حالياً هي أنموذج القشرة (Shell Model) وأنموذج قطرة السائل (Liquid Drop Model) والأنموذج الجماعي (Collective Model) (وهي الأنموذجات التي سيتم التطرق إليها في الفصل الثاني).إن كل أنموذج من هذه الأنموذجات 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 أنموذج القشرة مناسباً اذا تم افتراض أن التفاعل بين النيوكليونات تفاعل ضعيف، في حين يستخدم أنموذج قطرة السائل أو الأنموذج الجماعي لوصف التفاعلات القوية بين النيوكليونات.

قدم الباحثان (Arima & Iachello) في عام [1]1974 أنموذجاً نووياً   
جديداً سمي بأنموذج البوزونات المتفاعلة (Interacting Boson Model)   
[Casten and Warner, 1988][2]، لقد اعتمد هذا الأنموذج 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 الأنموذج في صيغته الأولى (IBM-1) بين البروتونات والنيوترونات.

لقد تم استخدام أنموذج البوزونات المتفاعلة في الكثير من البحوث والدراسات التي تناولت مختلف النوى ومختلف الجوانب المتعلقة بها وخضع للعديد من التطويرات والتحسينات مثل الأنموذج (IBM-2) الذي يأخذ بالحسبان الفرق بين   
البروتونات والنيوترونات، وأنموذجات 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 نوى نظائر الأوزيميوم (Osmium) للكثير من الدراسات التي قام بها العديد من الباحثين. فقد قام Kibedi[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 Os172-180 بأستخدام 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 +BCS approach .

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) calculations with 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 للأغراض التالية:

دراسة مستويات الطاقة لنظائر Os180-184 باستعمال نموذج البوزونات الاول IBM-1 وتحديد المعاملات Parameters المستخدمة في هذا البرنامج ومقارنة النتائج النظرية مع النتائج العملية المتوفرة.

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 β2 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**

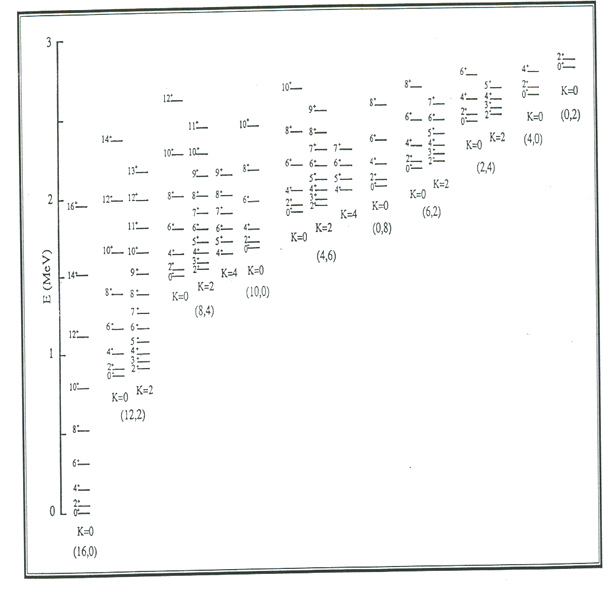
هذا التحديد في البرنامج يستند الى كون طاقة البوزون (ε) أصغر بكثير من جهد التفاعل V . أي أن تفاعل رباعي القطب الكهربائي (Q.Q) هو المهيمن في التفاعل اضافة الى تفاعل ثنائي الزخم الزاوي (L.L) و الصيغة العامة للهاملتون هي[2, 3, 11] :

(2.6)

أما معادلة القيمة الذاتية لهاملتون SU(3) فإنها تعطى بـ [11, 12]:

(2-7)

حيث ان الاعداد الكمية  يمثلان حالات SU(3) اما العدد الكمي K يرمز الى الحالات التي تمتلك قيما متساوية لـ  والشكل 2-1)) يوضح طيفا نموذجيا للتحديد SU(3) [2, 3, 13] .



الشكل (3-1) الطيف النموذجي للتحديدSU(3) ل(N=8) مع قيم λ, μ, K والزخم الزاوي لكل مستوي[2] .

**الفصل الثالث**

**النتائج والمناقشة والاستنتاجات**

**1-3 النتائج والمناقشة**

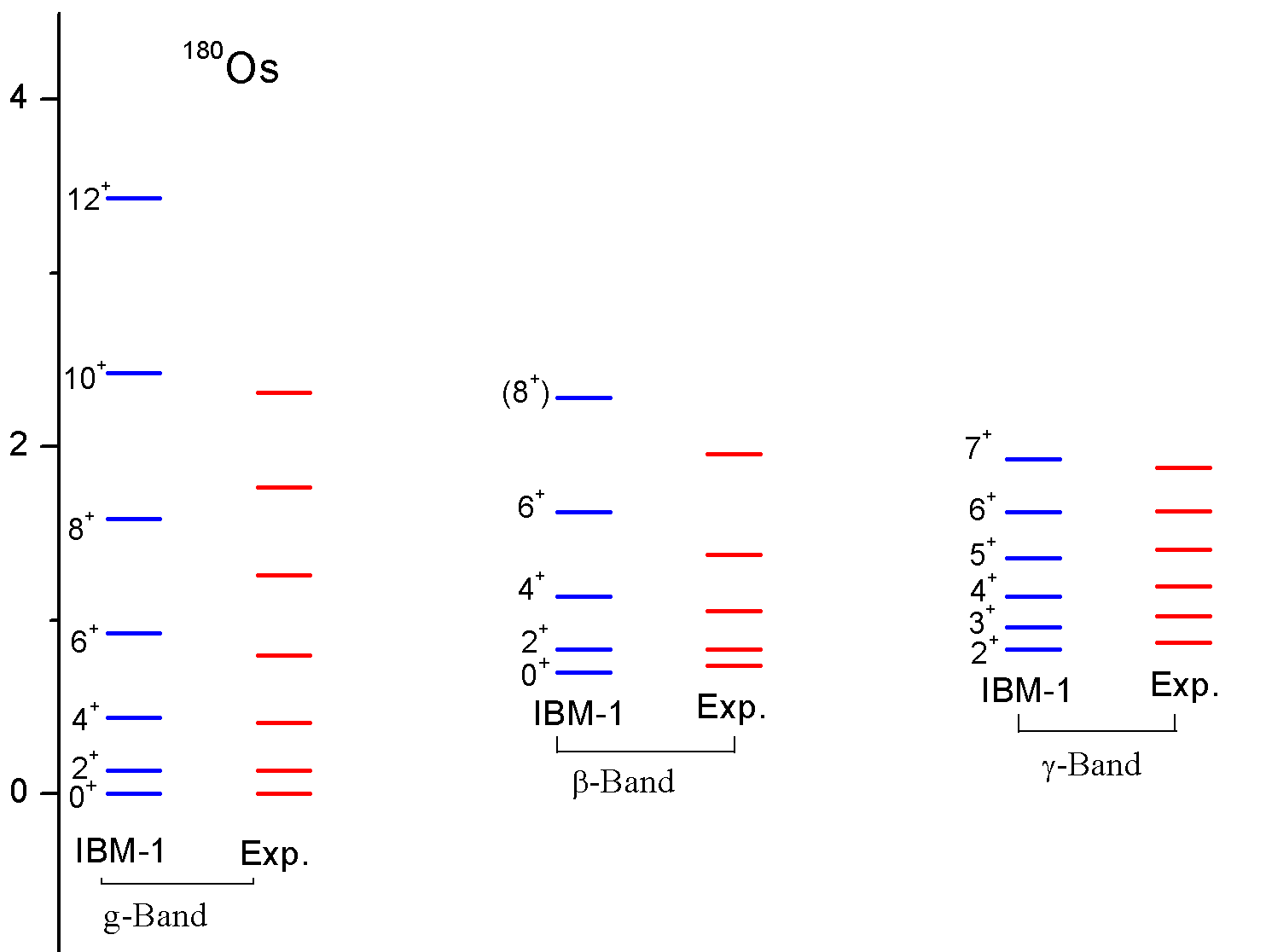
درست في هذا المشروع نظائرالاوزميوم 184-180 ذات العدد الذري 76 وعدد النيترونات يتراوح بين 104 الى 108 وباستخدام انموذج البوزونات المتفاعلة الاول. وتمتاز هذه النظائر المدروسة بخواصها الجماعية كون عدد بروتوناتها يقع بين القشر المغلقة 50 و82 وكذلك عدد النيترونات يقع بين القشر 82 و 126. تم اعتماد عدد بوزونات الجسيم و الفجوة في هذه الدراسة. حيث ان عدد البوزونات البروتونات هو 3. بينما عدد بوزونات النيترونات هو 11 و 10 و 9 للنظائر الاوزميوم 184 و 182 و 180 على التوالي. ومن خلال النسبة بين الطاقة العملية للمستوين +4 و +2 نجد بان جميع النظائر هي ضمن التناظر الديناميكي SU(3) وذلك لان النسبة كانت تساوي تقريبا 3.333. وايضا تم حساب المتغيرات المستخدمة بالانموذج بالاعتماد على القيم العملي وكما هو موضح في الجدول

(3-1).

جدول رقم (3-1) يبين قيم المتغيرات المستخدمة بالحسابات ولجميع النظائر قيد الدراسة. جميع المتغيرات بوحدات MeV باستثناء CHI .

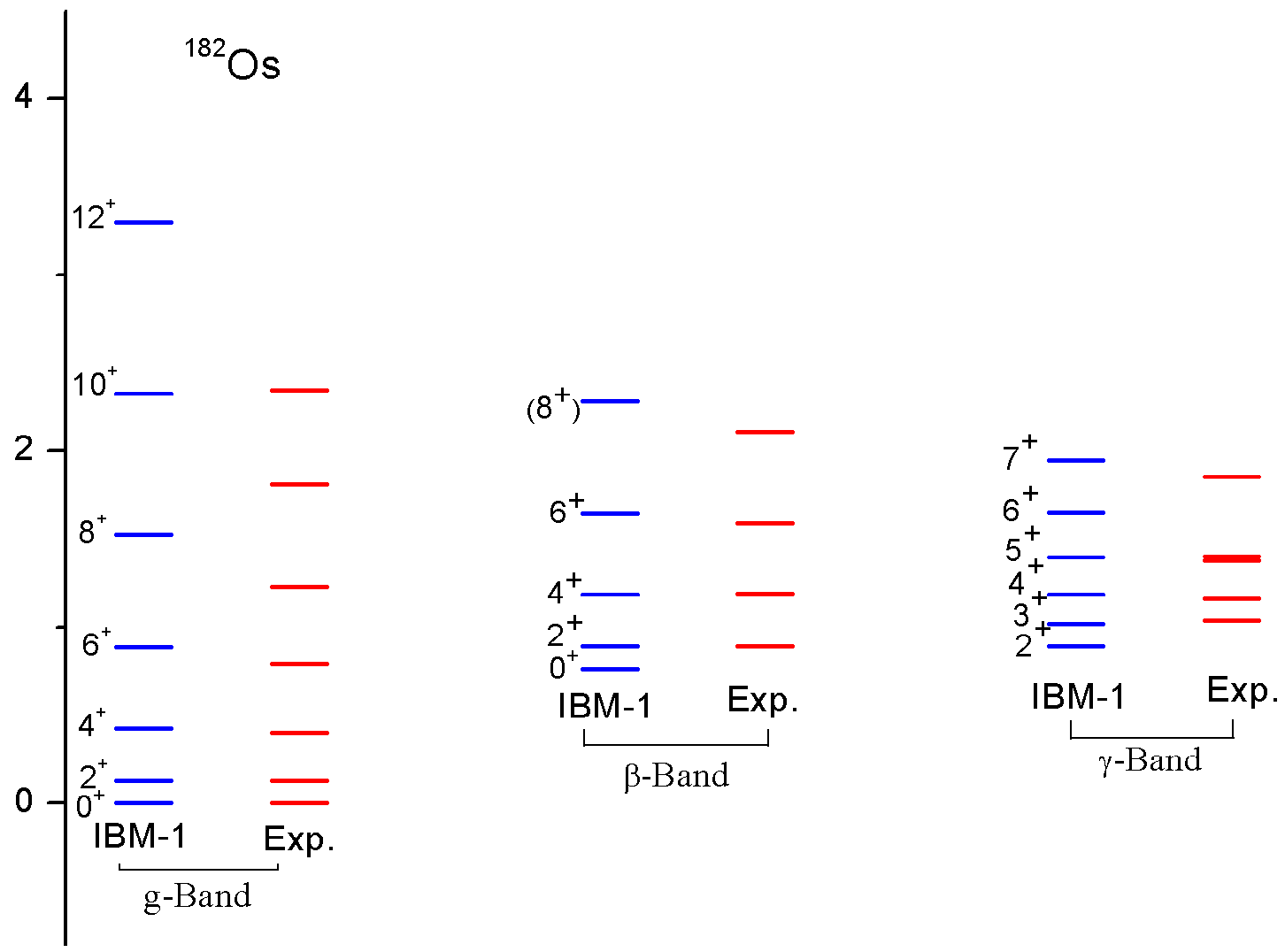
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **A** | ***N*** | ***ε*** | ***a0*** | ***a1*** | ***a2*** | ***a3*** | ***a4*** | **CHI** |
| 180 | 14 | 0.0 | 0.0 | 0.01878 | -0.0086 | 0.0 | 0.0 | -1.32 |
| 182 | 13 | 0.0 | 0.0 | 0.01732 | -0.0102 | 0.0 | 0.0 | -1.32 |
| 184 | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.01548 | -0.0119 | 0.0 | 0.0 | -1.32 |

والاشكال من 1-3 الى 3-3 تمثل مقارنة بين القيم النظرية المحسوبة والقيم العملية[14-17] . ومن خلال هذه الاشكال نجد تقاربا جيدا بين القيم النظرية والقيم العملية ولجميع النظائر قيد الدراسة. كذلك نلاحظ بان عند زيادة الزخم الزاوي الكلي سيكون هنالك فرق بين القيم العملية والنظرية, وذلك بسبب كون الانموذج المستخدم في هذه الدراسة ينجح في دراسة المستويات الواطئة .



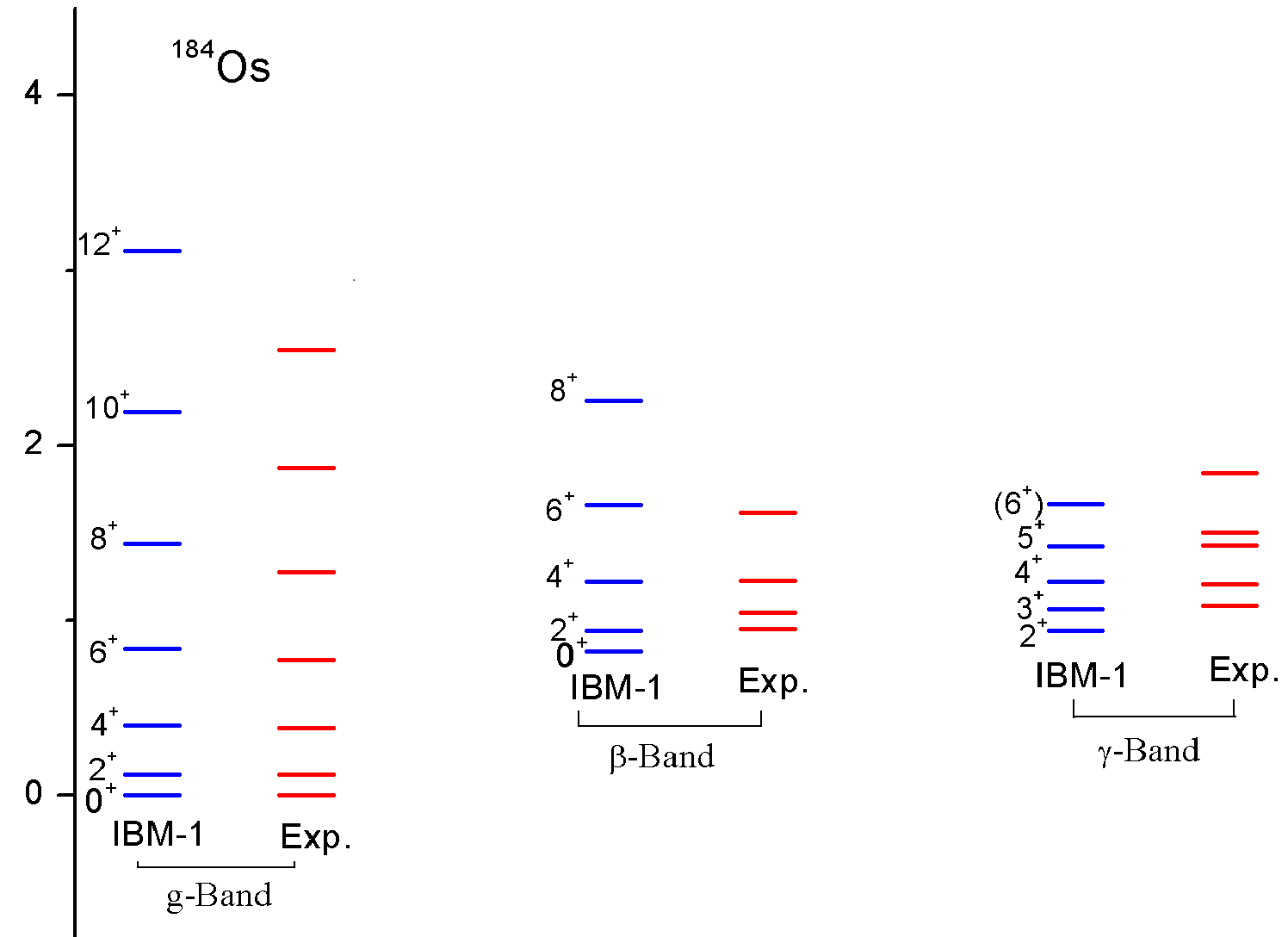
**Energy Levels (MeV)**

الشكل (1-3) مقارنة بين القيم النظرية والقيم العملية [14, 15 ] للنظير 180Os.



**Energy Levels (MeV)**

الشكل (2-3) مقارنة بين القيم النظرية والقيم العملية [14, 16 ] للنظير 182Os.



**Energy Levels (MeV)**

الشكل (3-3) مقارنة بين القيم النظرية والقيم العملية [14, 17 ] للنظير 184Os.

**2-3 الاستنتاجات**

1. من خلال هذه الدراسة نستنتج بان النظائر قيد الدراسة هي نظائر مشوهة.
2. ان الانموذج المستخدم نجح بحساب مستويات الطاقة لجميع حزم الطاقة-, -, g- bands .

**3-3 المقترحات**

اجراء نفس الدراسة باستخدام انموذج البوزونات المتفاعلة الثاني.

**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).