احتمالية الانتقالات الكهربائية رباعية القطب والمغناطيسية ثنائية القطب ونسب الخلط لنظير البلاتين ذو العدد الكتلي 198 والعدد الذري 78 باستخدام نموذج البوزونات المتفاعلة الاول

خالد سلمان ابراهيم ، ايمان طارق العلوي و هدى طلال سليمان
قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، الجامعة المستنصرية

الخلاصة

أستخدم نموذج البوزونات المتفاعلة الأول (IBM-1) في حساب كل من مستويات الطاقة ولنتقالاتها للتناظرات الديناميكية U(5)، SU(3)، O(6) وحزم كل من $\beta-\gamma$ ، g، δ (E2/M1) ،g_I ، μ_I ،B(M1), Q_I, , B(E2),.

الغرض من هذه الحسابات هو لمعرفة طبيعة تصرف الحركة الجماعية لهذا النظير وتحديد التناظر الديناميكي الذي ينتمي الية . وقد توصلنا الى أن اسلوك النووي للنظير Pt-198 Z=78,يقع ضمن المنطقة الانتقالية O(6)-SU(3)-U(5) كما أن حسابات كل من $Q2_1^+$, $Q2_2^+$بينت أنه يقع بين الشكل البيضوي المفلطح (Oblate) و الشكل البيضوي المتطاول (Prolate) . أظهرت مقارنة نتائج حساباتنا وفق نموذج (IBM-1) مع ما هو متوفر من نتائج عملية فكانت متوافقة في معظمها .

المقدمة

أن التركيب النووي لنظير البلاتينيوم(A=198 & Z=78) الزوجي –زوجي قد تمت دراسة وتحديد سلوكه في هذا البحث باستخدام نموذج البوزونات المتفاعلة الأول (IBM-1). أن بوزونات البروتون (نيوترون) والتي تملك زخما زاويا" مقداره صفرا

(I=O) تعرف (S_π) S_π وهذه تسمى s-boson أما التي تمتلك زخما زاوما مقداره أثنان (I=2) تعرف(d_π) d_π وهذه تسمى d-boson . ففي هذا البحث تم الأخذ بنظر الاعتبار عدد الأزواج التكافؤية من البروتون (النيوترون) والتي تعرفى(N_π) N_π.

(3-1)

ان انحلال المستويات النووية المتهيجة يؤدي الى انبعات أشعة كاما ويتم تحديد نوع الا شعاع الكامي المنبعث فيما اذا كان متعدد قطب كهربائي أو مغناطيسي أو خليط من كليهما حسب قواعد الانتقاء للبرم النووي والتماثل . Cizewski وجماعته (1981) (4) درسوا مستويات الطاقة لنظيري Pt (A =198,200) فبينوا أن هذين النظيرين يكونان اكثر اهتزازا من نظائرPt الخفيفة الا أن الشكل العام لكافة نظائر Pt يكون بيضويا مفلطحا (oblate)وبينوا أيضا أن الانتقالات الكهرومغناطيسية الى المستوى الأرضي ملائمة مع التناظر الديناميكي O(6)حسب نموذج IBM-1. أما Yatesوجماعته (5) فقد درسوا في العام نفسه المخطط الانحلالي لنواة النظير Pt-198 والذي تكون طاقته المتهجة اقل من 1.5 MeV كما قاسوا شدة انحلال أشعة كاما للمستويات المتهيجة ، وفي سنة (1983) (6) درست المجموعة نفسها مستويات الطاقة الواطئة للنظير (Pt-198) بوساطة تفاعلات(n,n γ) عند النيوترون الساقط الذي يمتلك طاقة اقل من 2.5MeV لدراسة المستويات المتهيجة اذ تمكنت من تمييز مستويات الطاقة التي تضمنت 16 مستويا متهيجا .

تضمنت الدراسة الحالية حساب قيم الطاقات نظريا ومقارنتها مع القيم العملية المتوفرة وانتقالاتها للتناظرات الديناميكية الاهتزازية والدورانية وكاما- غير المستقرة والمتمثلة بالزمر الفرعية U(5)، SU(3)، O(6) على التوالي . وتم كذلك حساب الحزم لكل من (g, β,γ) واحتمالية الانتقالات الكهربائية رباعية القطب B(E2) والعزم الكهربائي رباعي القطب(Q_I) واحتمالية الانتقالات المغناطيسية ثنائية القطب B(Ml) والعزوم المغناطيسية(μ_I) ومعامل(g_I) وتم أيضا حساب نسب الخلط (E2/M1) δ .

نهدف في هذا البحث معرفة طبيعة تصرف الحركة الجماعية لهذا النظير من خلال أيجاد التناظر الديناميكي الذي ينتمى الية واعتمادا" على دالة المؤثر الهاملتوني .

الجزء النظري

ان دالة مؤثر هاملتون حسب نمـوذج (IBM-1) للمنطقـة الانتقاليـة للتنـاظرات الديناميكية الثلاث Q(6), SU(3), U(5) يمكن كتابتها كما يأتي(2،3،7-10) :

$$\hat{H} = \varepsilon \hat{n}_d + a_o \hat{p}.\hat{p} + a_1 \hat{I}.\hat{I} + a_2 \hat{O}.\hat{O} + a_3 \hat{T}_3.\hat{T} + a_4 \hat{T}_4.\hat{T}_4 \quad \text{.....[1]}$$

وان عملية انتقال أشعة كاما بين مستويات الطاقة المتهيجة تخضع لقواعد الانتقاء الآتيـة (11):

$$\left| I_i - I_f \right| \le L \le \left| I_i + I_f \right|$$

أما نوع الاشعاع المنبعث كهربائيا كان أم مغناطيسيا فيتم تحديده بالتمائـل (Parity) بين المستويين الابتدائي(I_i) والنهائي(I_f) وحسب القاعدة $\pi(E) = \pi_i * \pi_f = (-1)^L$ و $\pi(M) = \pi_i * \pi_f = (-1)^{L+1}$. ان مؤثر الانتقال الكهربائي رباعي القطب $\hat{T}^{(E2)}$ يمكن كتابتة كما يأتي (2،3،8) :-

$$\hat{T}^{(E2)} = \alpha_2 \left[\hat{d}^+ \times \tilde{\hat{S}} + \hat{S} + \tilde{\hat{d}} \right]^{(2)}_{\mu} + \beta_2 \left[\hat{d}^+ \times \tilde{\hat{d}} \right]^{(2)}_{\mu} \quad \text{.....[2]}$$

وان احتمالية الانتقالات الكهرومغناطيسية تعطي بالمعادلة الآتية (2،8):-

$$\beta(\pi; I_i - I_f) = \frac{1}{2I+1} \left| \langle I_f \left\| \hat{T}^{(\pi)} \right\| I_i \rangle \right|^2 \quad \text{.....[3]}$$

أما مؤثر الانتقال المغناطيسي ثنائي القطب $\hat{T}^{(M1)}$ بدلالـة حـدود الجسـيم الواحـد والجسيمين (One and Two body terms) يكتب بالصيغة الآتية (8):-

$$\hat{T}^{(M1)}_{\mu} = \beta_1 \left[\hat{d}^+ \times \tilde{\hat{d}} \right]^{(1)}_{\mu} + \alpha_1 \left[\left(\hat{d}^+ \times \tilde{\hat{S}} + \hat{S}^+ \times \tilde{\hat{d}} \right)^{(2)} \times \left(\hat{d}^+ \times \tilde{\hat{d}} \right)^{(1)} \right]^{(1)}_{\mu}$$

$$+\gamma_1\left[\left(\hat{d}^{+}\times\tilde{\hat{d}}\right)^{(0)}\times\left(\hat{d}^{+}\times\tilde{\hat{d}}\right)^{(1)}\right]^{(1)}_{\mu}+\delta_1\left[\left(\hat{d}^{+}\times\tilde{\hat{d}}\right)^{(2)}\times\left(\hat{d}^{+}\times\tilde{\hat{d}}\right)^{(1)}\right]^{(1)}_{\mu}$$
$$+\eta_1\left[\left(\hat{S}^{+}\times\tilde{\hat{S}}\right)^{(0)}\times\left(\hat{d}^{+}\times\tilde{\hat{d}}\right)^{(1)}\right]^{(1)}_{\mu} \quad \text{.....[4]}$$

وان العزم المغناطيسي ثنائي القطب يكتب كما يأتي (8):-

$$\mu_1=\sqrt{\left[\frac{4\pi}{3}\right]}\frac{I}{\sqrt{[I(I+1)(2I+1)]}}\langle I_f\left\|\hat{T}^{(M1)}\right\|I_i\rangle \quad \text{.....[5]}$$

والعامل (g)(g-Factor) يعرف بالصيغة الاتية (8):-

$$g_I=\frac{\mu_I}{I} \quad \text{.....[6]}$$

أما نسب الخلط $\delta(E2/M1)$ التي تحدث بين مستويات الطاقة في النواة تعطي بالصيغة الآتية (12،13)

$$\delta(E2/M1;I_i-I_f)=0.835E_\gamma(MeV)\frac{\langle I_f\left\|\hat{T}^{(E2)}\right\|I_i\rangle eb}{\langle I_f\left\|\hat{T}^{(M1)}\right\|I_i\rangle \mu N} \quad \text{.....[7]}$$

وان نسب الخلط المختزلة (Reduced Delta Mixing gatios) تكتب كما يأتي(3):-

$$\Delta(E2/M1;I_i-I_f)=\frac{\langle I_f\left\|\hat{T}^{(E2)}\right\|I_i\rangle eb}{\langle I_f\left\|\hat{T}^{(M1)}\right\|I_i\rangle \mu N} \quad \text{.....[8]}$$

النتائج والمناقشة

1- مستويات الطاقة وحزمها:-

لقد تم حساب مستويات الطاقة وانتقالاتها للنظير (Pt-198,Z=78) باستخدام معادلة (1) والتي تمثل دالة المؤثر الهاملتوني (2،3،8-10) للنظير (Pt-198) الذي اتصف بالتصرف الانتقالي(5)U-(3)SU- O(6) . يبين الجدول (1) قيم اعلومات دالة المؤثر الهاملتوني الخاصه بهذا النظير والتي تم ايجادها بأستخدام

(approximation method) ويبين الجدول (2) مقارنة مستويات الطاقة النظرية (الحالية) مع القيم العملية المتوفرة حيث أن اغلبها ذو توافق جيد مع بعضها . ويعزى اختلاف البعض الآخر منها الى القياسات العملية التي تحتاج الى أجهزة قياس واحصائيات رياضية . الجول (3) يبين طاقات الحزم الأرضية وبيتا وكاما غير المستقرة ($g, \beta, \gamma - bands$) التي حصلنا عليها ومقارنتها مع القيم العملية للنظير (Pt-198) بالاعتماد على التناظر الدينامكي
. O(6) −SU(3)-U(5)

يبين الشكل (1) ترتيب مستويات الطاقة بشكل حزم وهي متوافقة بشكل جيد جدا مع حزم الطاقة المتمثلة بالزمر O(6) −SU(3)-U(5) (8،2) وذات توافق جيد في سلوكها العام مع القيم العملية . الجدول (4) يبين قيم اعومات ($\beta 2, \alpha 2$) لعناصر المصفوفة المختزلة ($< I_f \left\| T^{(E2)} \right\| I_i >$) للانتقالات الكهربائية رباعية القطب الجدول (5) يبين قيم عناصر المصفوفة المختزلة والاحتمالية للانتقال الكهربائي رباعي القطب B(E2) ومقارنتها مع القيم العملية التي حصلنا عليها عند التناظر الديناميكي O(6) − SU(3)-U(5) ، حيث تم الاعتماد على القيم العملية للانتقال ($B(E2;2^+ \text{ --- } 0_1^+$) بشكل رئيس.

ولقد قمنا بدراسة احتمالية الانتقالات الكهربائية رباعية القطب B(E2) لنواة هذا النظير في حالة سلوكها التناظر الدينامك O(6) ومقارنتها مع قيم الاحتمالية في حالة السلوك O(6)−SU(3)-U(5) كدالة للزخم الزاوي فوجدنا أن هنالك فرقا واضحا في نتائج B(E2) بين السلوكين (6) وذلك لان السلوك U(5) يكون ضمن تصرف هذا النظير في مستويات الطاقة والشكل (2) يوضح ذلك . بين الجوال (6) قيم نسب التفرع النظرية (Pw) ومقارنتها مع النسب المثالة (8) لم نعثر على قيم عملية لها للتناظر الدينامكي للنظير (Pt-198) . حيث تم حساب نسب التفرع للتأكيد من ذلك. واعطاء دليل جديد على انتماء هذا النظير للتناظر الدينامكي الانتقالي O(6)−SU(3)-U(5) .

2-العزوم الكهربائية رباعية القطب(Q) :- Electric Quadrupole Moments(Q_I)

ان العزوم الكهربائية رباعية القطب تعد مقياسا لتشوه النواة (Nucleus Deformation)، فالنواة الكروية (Spherical Nuclei)تمتلك عزما كهربائيا يساوي

(Q_I=0)، بينما النوى ذات الشكل البيضوي المتطاول (Prolate) (11) تمتلك عزما كهربائيا موجبا (Q_I<0) وعزما كهربائيا سالبا(Q_I>0) النوى ذات الشكل البيضوي المفلطح (Oblate)(11). الجدول (7) يوضح قيم العزوم الكهربائية رباعية القطب $Q2^+_1$، $Q2^+_2$ النظرية (PW) للنظير (Pt-198).

وفي بحثنا هذا قمنا باضافة جديدة لتطوير برنامج IBM-1 لجعلة قادرا على حساب $T^{(M1)}$,g_I,M_I,B(M1) للجسم الواحد والجسيمين (One &Two body terms) من خلال برمجة المعادلات (5،6،7،8) ومن ثم الحاقة ببرنامج IBM-1 الجدول. (8) يوضح قيم الاعلومات التي تم الحصول عليها عند افضل (Fiting) للنضير (Pt-198). الجدول (9) يوضح قيم عناصر المصفوفة المختزلة $\langle I_f \| \hat{T}^{(M1)} \| I_i \rangle$واحتمالية الانتقالات المغناطيسية ثنائية القطب B(M1)و العزوم المغناطيسية (μ_I) والعامل (g_I) لنظير (Pt-198).

3-نسب الخلط $\delta(E2/M1)$:-

بعد أن تم حساب عناصر المصفوفة المختزلة للانتقال الكهربائي رباعي القطب $< I_f \| T^{(E2)} \| I_i >$وعناصر المصفوفة المختزلة للانتقال المغناطيسي ثنائي القطب $\langle I_f \| \hat{T}^{(M1)} \| I_i \rangle$، قمنا بحساب نسب الخلط $\delta(E2/M1)$ ونسب الخلط المختزلة $\Delta(E2/M1)$وذلك حسب المعادلتين (11)، (12). حيث تمت اضافة قطبية الانتقال (E0) بناءا على قواعد الانتقاء.

الجدول (10) يبين نسب الخلط ونسب الخلط المختزلة وتعدد القطبية للانتقالين (M1,E2) لهذا النظير من خلال بحثنا الحالي نستنتج أن سلوك التركيب النووي للنظير (Pt) ذي العدد الكتلي (A=198) والعدد الذري (Z=78) يقع ضمن المنطقة الانتقالية O(6)-SU(3)-U(5) كما أن العزوم الكهربائية رباعية القطب قد أعطت نتائج جيدة عن تشوه هذا النظير ، وأوضحت انه يقع بين الشكل البيضوي المفلطح (Oblate) عند حساب عزم رباعي القطب ($Q2^+_1$)والشكل البيضوي المتطاول (Prolate) عند حساب عزم رباعي القطب ($Q2^+_2$).

المصادر

1. Iachello, F. and Arima,A. (1974). Phys.Lett.B, 53:309.
2. Bonatsos,D. (1988).Interacting Boson models of nuclear structure. Ed. Hodgson P.E.Pub. Oxford Univrsity Press,New York.pp.12-37.
3. Casten,R.F.and Warner,D.D.(1988). Rev.Mod.Phys.,60:389.
4. Cizewski,J.A.;Flynn,E.R.;Ronald,E.;Brown,Hanson,D.L.;Orbesen,S. D. and Sunier,J.W.; (1981).Phys.Rev.C.23:1453.
5. Yates,S.W.;Khan,A.;Mirazaa,M.C.and Mcellistrem, M.T.(1981). Phys.Rev.C.23:1993.
6. Yates,S.W.Khan,A.; Filo, A.J.Mirzaa, M.C. Weil,J.L.and McEllistrem, M.T. (1983) .Nuclear Physics A. 406:519.
7. Iachello, f. and Arima, A.(1979). AnnPhys (N.Y) 123,468
8. Arima, A. and Iachello, F. (1987). The interacting Boson model Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge, First Published . pp. 4-71.
9. Maino, G.; Ventura, A.; Vanlsacker,P. and Zuffi,L. (1986). Phys,Rev.C. 33:1089.
10. Arima, A. and Iachello, F. (1981). Ann. Phys. (N.Y) 31:75. Written in : Chiang ,H.C.; Hsieh , S.T.and Kuo,T.T.S.(1988). Phys.Rev. C. 38:2453.
11. Kennth,S.(1987). Krane, Introductory nuclear physics . Part .2, Pub. In Canada by by John Wiely and Sons Oregson state University pp. 143:333.
12. Lange,J.;Kumer,K.M. ana Hamilton, J.H.(1982). Rev.of Modern Physics, 54:119.
13. Bohr, A. and Mottelson , B.R. (1969). Nuclear structure .Vol 1. Ed. Bengamin W.A. (1969). Pub Inc Newyork, p.381.
14. Sakai,M. (1984). Atomic and Nuclear Data Tables. 31: 400.
15. Cizewski, J.A. ; Flynn, E.R. ; Brown, R.E. and Sunier, J.W. (1979) . Phys Lett.B, 88:207. Written in : Yates ,S.W. ; Khan, A.; Mirzaa,M.C., and McEllistrem , M.T.(1981). Phys.Rev. C. 23:1993.
16. Kennedy, D.L. ; Stuckbery , A.E. and Bolotion, H.H. (1980) Nuclear Instrum Methods 171:361. phys.Rey. C.23:1993.
17. Glenn,J.W. ;Saladin , J.X. and Proyer,R.J. (1981).J.Phys., G.Nucl.phys. 7:737.
18. Alomony, S.R. and Borse, G.J. (1971).Nuclear Physics A. 171:660.

جدول (1): قيم اعلومات مؤثر الدالة الهاملتونية لنظير البلاتينيوم Pt(A=198)

Isotopes	$N\pi$	$N\nu$	N	EPS (MeV)	$\hat{P}.^{+}\hat{P}$ (MeV)	$\hat{I}.\hat{I}$ (MeV)	Q.Q (MeV)	$\hat{T}3.\hat{T}3$ (MeV)	$\hat{T}_4.\hat{T}_4$ (MeV)	CHI
$^{198}_{78}$Pt12 0	2	3	5	0.0100	0.0420	0.0280	-0.0320	0.0200	0.0100	-1.1200

جدول (2): مستويات الطاقة النظرية وانتقالاتها ومقارنتها مع القيم العملية للنظير $^{198}_{78}Pt_{120}$ عند التناظر الديناميكي O(6)-SU(3)-U(5)

I^+	Energy(MeV)		$I_i^+ - I_f^+$	Transition Energy(MeV)	
	Exp(5)	(IBM-1) (PW)		Exp(5)	(IBM-1)(PW)
0_1^+	0.000	0.0000			
2_1^+	0.4072	0.2508	$2_1^+ \text{---} 0_1^+$	0.4072	O.2508
2_2^+	0.7746	O.9868	$2_2^+ \text{---} 2_1^+$ $2_2^+ \text{---} 0_1^+$	0.3674 0.7746	0.7360 0.9868
0_2^+	0.9145	0.9590	$0_2^+ \text{---} 2_1^+$	0.5073	0.7082
4_1^+	0.9850	0.8367	$4_1^+ \text{---} 2_1^+$	0.5778	0.5859
3_1^+	1.2477	1.2499	$3_1^+ \text{---} 2_2^+$	0.4731	0.2631
2_3^+	1.2797	1.2539	$2_3^+ \text{---} 2_2^+$ $2_3^+ \text{---} 2_1^+$ $2_3^+ \text{---} 0_1^+$	0.5051 0.8725 1.2797	0.2671 1.0031 1.2539
4_2^+	1.4453(14)	1.5883	$4_2^+ \text{---} 3_1^+$ $4_2^+ \text{---} 4_1^+$ $4_2^+ \text{---} 2_2^+$ $4_2^+ \text{---} 2_1^+$	0.1976 0.4603 0.6707 1.0381	0.3384 0.7516 0.6015 1.3375
0_3^+	1.4815(15)	1.4035	$0_3^+ \text{---} 2_1^+$	1.0743	1.1527
2_4^+		1.5840	$2_4^+ \text{---} 2_2^+$ $2_4^+ \text{---} 2_1^-$ $2_4^+ \text{---} 0_1^+$		0.5972 1.3332 1.5840
6_1^+	1.7133(16)	1.7588	$6_1^+ \text{---} 4_1^+$	0.7283	0.9221

2_5^+		1.7716	$2_5^+ \text{---} 4_2^+$ $2_5^+ \text{---} 2_2^+$ $2_5^+ \text{---} 2_1^+$ $2_5^+ \text{---} 0_1^+$	0.7283	0.9221 0.7848 1.5208 1.7716
4_3^+		1.9028	$4_3^+ \text{---} 3_1^+$ $4_3^+ \text{---} 2_1^+$		0.6529 1.6520
5_1^+		2.0297	$5_1^+ \text{---} 6_1^+$ $5_1^+ \text{---} 4_2^+$ $5_1^+ \text{---} 3_2^+$ $5_1^+ \text{---} 4_1^+$		0.2709 0.4414 0.7798 1.1930
3_2^+		2.1119	$3_2^+ \text{---} 3_1^+$		0.8620
4_5^+		2.2597	$4_5^+ \text{---} 4_1^+$ $4_5^+ \text{---} 2_1^+$		1.4230 2.0089
5_2^+		2.4923	$5_2^+ \text{---} 4_2^+$ $5_2^+ \text{---} 4_1^+$		0.9040 1.6556
6_2^+		2.5209	$6_2^+ \text{---} 6_1^+$ $6_2^+ \text{---} 4_1^+$		0.7621 1.6842
6_3^+		2.9024	$6_3^+ \text{---} 6_1^+$ $6_3^+ \text{---} 4_1^+$		1.1436 2.0657
6_4^+		2.9807	$6_4^+ \text{---} 6_1^+$ $6_4^+ \text{---} 4_1^+$		1.2219 2.1440
8_1^+		3.0185	$8_1^+ \text{---} 6_1^+$		1.2597
7_1^+		3.1520	$7_1^+ \text{---} 8_1^+$		0.1335
8_2^+		3.7826	$8_2^+ \text{---} 8_1^+$		0.7641
10_1^+		4.6171	$10_1^+ \text{--} 8_1^+$		1.5986

جدول (3): قيم طاقات الحزم (g, β,γ bands) النظرية (pw) والعملية للنظير البلاتينيوم Pt(A=198)
ملاحظة : تقرا I^+ للحزمة الأرضية (g-band) أو حزمة بيتا (β-band) وتقرأ(I^+) لحزمة كاما (γ -band)

Isotopes	Behavior	Bands	g-band or β -band (γ-band)[b] (MeV)							
			$0^+(2^+)$	$2^+(3^+)$	$4^+(4^+)$	$6^+(5^+)$	$8^+(6^+)$	$10^+(7^+)$	$12^+(8^+)$	$14^+(9^+)$
$^{198}_{78}Pt_{120}$	O(6)-SU(3)-U(5)	g_{theo}	0.0000	0.2508	0.8367	1.7588	3.0185	4.6171		
		g_{exp}	0.0000	0.4072	0.9850	1.7133[c]	-	-		
		β_{1theo}	0.9590	1.2539	1.9028	2.9024				
		β_{1exp}	0.9145	1.2797	-	-				
		β_{2theo}	1.4035	1.7716	2.5476					
		β_{2exp}	1.4815[b]	-	-					
		γ_{1theo}	0.9868	1.2499	1.5883	2.0297	2.5209	3.1520	3.7826	
		γ_{1exp}	0.7746	1.2477	1.4453[a]	-	-	-	-	
		γ_{2theo}	1.5840	2.1119	2.2597	2.4923	2.9807			
		γ_{2exp}	-	-	-	-	-			

(a)- Ref.No.(14).
(b)-Ref.No.(15).
(c)-Ref.No.(16).

جدول (4): قيم اعلومات عناصر المصفوفة المختزلة $\langle I_f \| \hat{T}^{(E2)} \| I_i \rangle$

Isotopes	Nπ	Nυ	Behavior	α_2(cb)	β_2(eb)
$^{198}_{78}Pt_{120}$	2	3	O(6)-SU(3)-U(5)	0.21010	0.13870

جدول (5): القيم النظرية $\langle I_f \| \hat{T}^{(E2)} \| I_i \rangle$ $B(E2)$ ومقارنتها مع القيم العملية للنظير Pt-198 عند التناظر الديناميكي O(6)-SU(3)-U(5)

Spin Sequences	Exp.			IBM-1(pw)	
	$\langle I_f \| \hat{T}^{(E2)} \| I_i \rangle$ $(eb)^2$	B(E2) (eb)	Ref.	$\langle I_f \| \hat{T}^{(E2)} \| I_i \rangle$ (eb)	B(E2) $(eb)^2$
2_1^+-0_1^+	2.2472 1.5149 $1.88105_{(0.00001)}$	1.01 0.459 $0.7345_{(0.00001)}$	(17) (18) (WEAV	1.0221	0.2089
2_2^+ -2_1^+				0.8349	0.1394
2_2^+ -0_1^+	0.3202	0.0205	(18)	0.6363	0.0810
0_2^+ -2_1^+				-0.2055	0.0422
4_1^+ -2_1^+				1.5687	0.2734

$3_1^+ - 2_2^+$				1.3480	0.2596
$2_3^+ - 2_2^+$				-0.3733	0.0279
$2_3^+ - 2_1^+$				0.2452	0.0120
$2_3^+ - 0_1^+$				-0.1148	0.0026
$4_2^+ - 3_1^+$				-1.1034	0.1353
$4_2^+ - 4_1^+$				-1.0229	0.1163
$4_2^+ - 2_2^+$				-1.1798	0.1547
$4_2^+ - 2_1^+$				-0.5105	0.0290
$0_3^+ - 2_1^+$				0.0928	0.0086
$2_4^+ - 2_2^+$				-0.3730	0.0278
$2_4^+ - 2_1^+$				0.0008	$0.0001^{*}10^{-1}$
$2_4^+ - 0_1^+$				0.0720	0.0010
$6_1^+ - 4_1^+$				1.8123	0.2526
$2_5^+ - 2_2^+$				-0.3182	0.0202
$2_5^+ - 2_1^+$				-0.0771	0.0012
$2_5^+ - 0_1^+$				0.0283	0.0002
$4_2^+ - 3_1^+$				-0.0772	0.0007
$4_3^+ - 2_1^+$				0.1044	0.0012
$5_1^+ - 6_1^+$				-1.0625	0.1026
$5_1^+ - 4_2^+$				-0.5823	0.0308
$5_1^+ - 3_1^+$				1.3458	0.1647
$5_1^+ - 4_1^+$				-0.7869	0.0563
$3_2^+ - 3_1^+$				$0.0009^{*}10^{-5}$	$0.0001^{*}10^{-1}$
$4_5^+ - 4_1^+$				-0.0468	0.0002
$4_5^+ - 2_1^+$				0.0506	0.0003
$5_2^+ - 4_2^+$				-0.7983	0.0579
$5_2^+ - 4_1^+$				-0.0141	$0.0002^{*}10^{-1}$
$6_2^+ - 6_1^+$				-0.9182	0.0649
$6_2^+ - 4_1^+$				-0.3931	0.0119
$4_6^+ - 4_1^+$				-0.0421	0.0002
$4_6^+ - 2_1^+$				0.0039	$0.0002^{*}10^{-2}$
$6_3^+ - 6_1^+$				-0.2677	0.0055
$6_3^+ - 4_1^+$				0.0475	0.0002
$6_4^+ - 6_1^+$				-0.1240	0.0012
$6_4^+ - 4_1^+$				0.0481	0.0002
$8_1^+ - 6_1^+$				1.8138	0.1935
$7_1^+ - 8_1^+$				-1.0040	0.0672
$8_2^+ - 8_1^+$				0.6455	0.0245

جدول (6) : قيم نسب التفرغ النظرية (pw) والعملية ومقارنتها مع نسب المثالية (8) للتناظر الديناميكي للتناظر الديناميكي للنظير Pt(A= 198)

Isotopes		$B(E2;4_1^+-2_1^+)$		$B(E2;2_2^+-2_1^+)$		$B(E2;0_2^+-2_1^+)$		$B(E2;6_1^+-4_1^+)$		$B(E2;5_1^+-6_1^+)$	
		$B(E2;2_1^+-0_1^+)$		$B(E2;2_1^+-0_1^+)$		$B(E2;2_1^+-0_1^+)$		$B(E2;2_1^+-0_1^+)$		$B(E2;5_1^+-3_1^+)$	
		exp	IBM-1 (PW)	exp	IBM-1 (PW)	exp	IBM-1 (PW)	exp	IBM-1 (PW)	exp	IBM-1 (PW)
$^{198}_{78}Pt_{120}$		-	1.31	-	0.67	-	0.20	-	1.21	-	0.62
(8) Dynamical Symmetry	O(6)-SU(3)-U(5)	2		2		2					

جدول (7) : العزوم الكهربائية رباعية القطب النظرية (pw) للنظير Pt(A= 198)

Isotopes	Behavior	Electric Quadrupole Moment			
		$Q2^+_1$		$Q2^+_2$	
		EXP.	IBM-1(pw)	EXP.	IBM-1(PW)
$^{198}_{78}Pt_{120}$	O(6)-SU(3)-U(5)	-	-1.1099	-	+1.2171

جدول (8) : قيم اعلومات عناصر المصفوفة المختزلة $\langle I_f \| \hat{T}^{(M1)} \| I_i \rangle$

Isotopes	Behavior	$\beta_1(\mu N)$	$\alpha_1(\mu N)$	$\gamma_1(\mu N)$	$\delta_1(\mu N)$	$\eta_1(\mu N)$
$^{198}_{78}Pt_{120}$	O(6)-SU(3)-U(5)	-0.001480	0.002317	0.003763	0.004043	0.002767

جدول (9): القيم النظرية لـ $\langle I_f \| \hat{T}^{(M1)} \| I_i \rangle$ و B(M1) , M_I , g_I ومقارنتها مع القيم العملية للنظير(pt -198)عند التناظر O(6)-SU(3)-U(5)

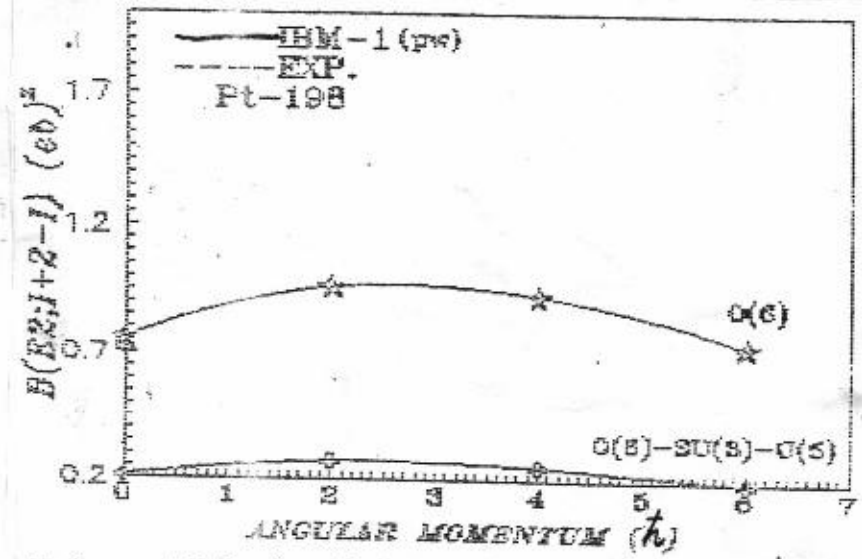
Spin Sequences	(IBm-1) (pw)			
	$\langle I_f \| \hat{T}^{(M1)} \| I_i \rangle$ (μN)	B(M1) $(\mu N)^2$	$M_1(\mu N)$	$g_I(\mu N)$
$2_1^+ \text{---} 0_1^+$	0	0	0	0
$2_2^+ \text{---} 2_1^+$	0.0099	$0.0002 * 10^{-1}$	0.0074	0.0037
$2_2^+ \text{---} 0_1^+$	0	0	0	0
$0_2^+ \text{---} 2_1^+$	0	0	0	0
$4_1^+ \text{---} 2_1^+$	0.0094	$0.0001 * 10^{-1}$	0.0057	0.0014
$3_1^+ \text{---} 2_2^+$	-0.0090	$0.0001 * 10^{-1}$	0.0061	0.0020

$2_3^+ \text{---} 2_2^+$	0.0015	$0.0005^{*}10^{-3}$	0.0011	0.0006
$2_3^+ \text{---} 2_1^+$	-0.0112	$0.0002^{*}10^{-1}$	0.0084	0.0042
$2_3^+ \text{---} 0_1^+$	0	0	0	0
$4_2^+ \text{---} 3_1^+$	0.0026	$0.0007^{*}10^{-3}$	0.0016	0.0004
$4_2^+ \text{---} 4_1^+$	0.0267	$0.0008^{*}10^{-1}$	0.0163	0.0041
$4_2^+ \text{---} 2_2^+$	0.0038	$0.0002^{*}10^{-2}$	0.0023	0.0006
$4_2^+ \text{---} 2_1^+$	0.0026	$0.0007^{*}10^{-3}$	0.0016	0.0004
$0_3^+ \text{---} 2_1^+$	0	0	0	0
$2_4^+ \text{---} 2_2^+$	0.0176	$0.0006^{*}10^{-1}$	0.0131	0.0066
$2_4^+ \text{---} 2_1^+$	-0.0020	$0.0008^{*}10^{-3}$	0.0015	0.0007
$2_4^+ \text{---} 0_1^+$	0	0	0	0
$6_1^+ \text{---} 4_1^+$	0.0094	$0.0007^{*}10^{-2}$	0.0049	0.0008
$2_5^+ \text{---} 2_2^+$	0.0020	$0.0008^{*}10^{-3}$	0.0015	0.0007
$2_5^+ \text{---} 2_1^+$	0.0009	$0.0002^{*}10^{-3}$	0.0007	0.0003
$2_5^+ \text{---} 0_1^+$	0	0	0	0
$4_3^+ \text{---} 3_1^+$	-0.0079	$0.0007^{*}10^{-2}$	0.0048	00.0012
$4_3^+ \text{---} 2_1^+$	-0.0079	$0.0007^{*}10^{-2}$	0.0048	0.0012
$5_1^+ \text{---} 6_1^+$	0.0094	$0.0008^{*}10^{-2}$	0.0053	0.0011
$5_1^+ \text{---} 4_2^+$	-0.0091	$0.0007^{*}10^{-2}$	0.0051	0.0010
$5_1^+ \text{---} 3_2^+$	0.0094	$0.0008^{*}10^{-2}$	0.0053	0.0011
$5_1^+ \text{---} 4_1^+$	0.0094	$0.0008^{*}10^{-2}$	0.0053	0.0011
$3_2^+ \text{---} 3_1^+$	0.0171	$0.0004^{*}10^{-4}$	0.0115	0.0038
$4_5^+ \text{---} 4_1^+$	0.0011	$0.0001^{*}10^{-3}$	0.0007	0.0002
$4_5^+ \text{---} 2_1^+$	0.0008	$0.0007^{*}10^{-4}$	0.0005	0.0001
$5_2^+ \text{---} 4_2^+$	0.0038	$0.0001^{*}10^{-2}$	0.0021	0.0004
$5_2^+ \text{---} 4_1^+$	0.0026	$0.0006^{*}10^{-3}$	0.0014	0.0003
$6_2^+ \text{---} 6_1^+$	0.0531	0.0002	0.0279	0.0047
$6_2^+ \text{---} 4_1^+$	0.0026	$0.0005^{*}10^{-3}$	0.0013	0.0002
$6_3^+ \text{---} 6_1^+$	-0.0304	$0.0007^{*}10^{-1}$	0.0160	0.0027
$6_3^+ \text{---} 4_1^+$	-0.0079	$0.0005^{*}10^{-2}$	0.0042	0.0007
$6_4^+ \text{---} 6_1^+$	-0.0059	$0.0003^{*}10^{-2}$	0.0031	0.0005
$6_4^+ \text{---} 4_1^+$	-0.0013	$0.0001^{*}10^{-3}$	0.0007	0.0001
$8_1^+ \text{---} 6_1^+$	0.0094	$0.0005^{*}10^{-2}$	0.0044	0.0005
$7_1^+ \text{---} 8_1^+$	0.0094	$0.0006^{*}10^{-2}$	0.0046	0.0007
$8_2^+ \text{---} 8_1^+$	0.0892	0.0005	0.0417	0.0052

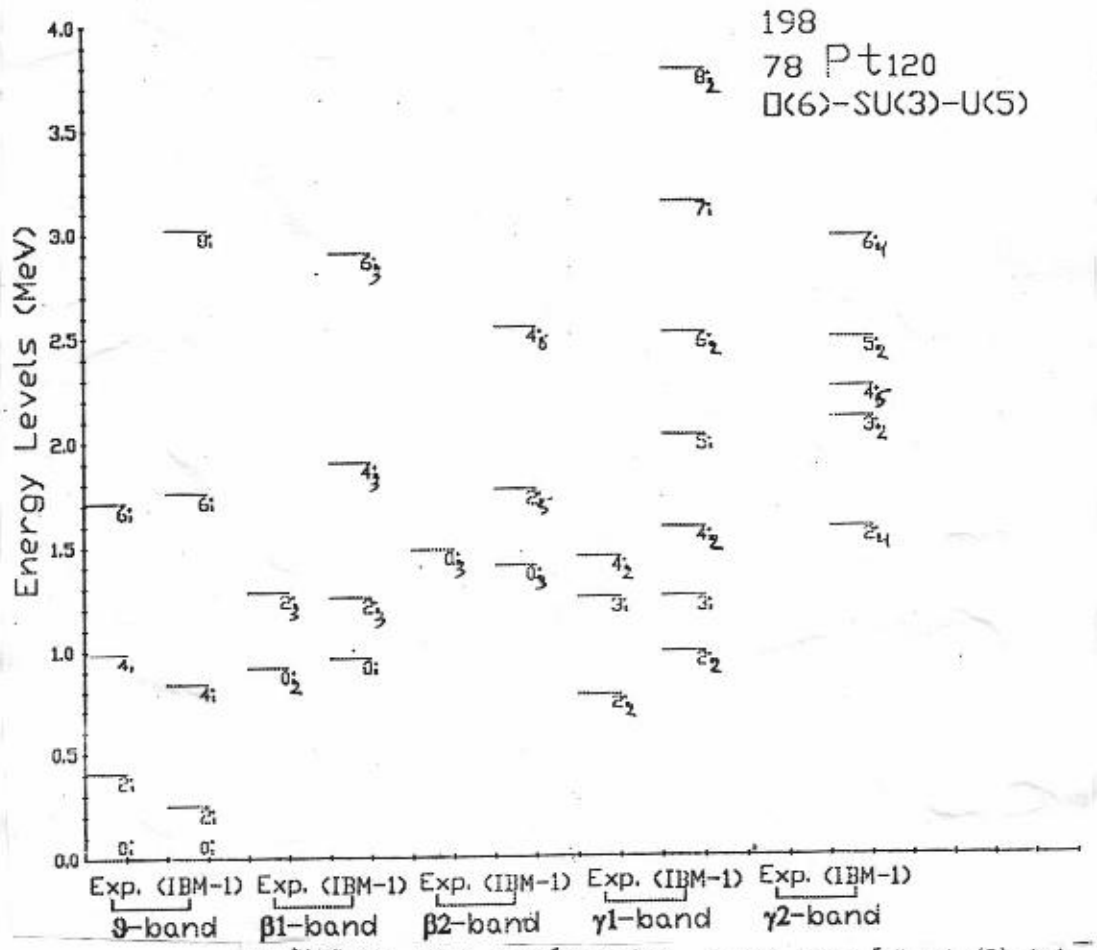
جدول (10) : نسب الخلط (E2/M1) δ ونسب الخلط المختزلة $\Delta(E2/M1)$ وتعدد القطبية ومقارنتها مع القيم العملية للنظير Pt-198 عند التناظر الديناميكي O(6)-SU(3)-U(5)

Spin Sequences	Exp.			(IBM-1) (pw)		Multipolarity	
	Eγ (MeV)	δ (E2/M1)	Ref.	δ (E2/M1)	$\Delta(E2/M1)$ eb/μN	Exp	(IBM-1)
$2_1^+ \rightarrow 0_1^+$	0.4072			∞	∞		E2
$2_2^+ \rightarrow 2_1^+$	0.3674			25.817	84.3333		E2+<1% M1+(E0)
$2_2^+ \rightarrow 0_1^+$	0.7746			∞	∞		E2
$0_2^+ \rightarrow 2_1^+$	0.5073			∞	∞		E2
$4_1^+ \rightarrow 2_1^+$	0.5778			80.5149	166.883		E2
$3_1^+ \rightarrow 2_2^+$	0.4731			-59.1680	-149.7778		E2+<1%M1
$2_3^+ \rightarrow 2_2^+$	0.5051			-104.9616	-248.8667		E2+<1%M1 M1+(E0)
$2_3^+ \rightarrow 2_1^+$	0.8725			-15.9498	-21.8929		E2+1.1% M1+(E0)
$2_3^+ \rightarrow 0_1^+$	1.2797			∞	∞		E2
$4_2^+ \rightarrow 3_1^+$	0.1976			-70.0218	-424.3846		E2+<1%M1
$4_2^+ \rightarrow 4_1^+$	0.4603			-14.7248	-38.3109		E2+2.7% M1+(E0)
$4_2^+ \rightarrow 2_2^+$	0.6707			173.8760	-310.4737		E2
$4_2^+ \rightarrow 2_1^+$	1.0381			-170.1955	-196.3462		E2
$0_3^+ \rightarrow 2_1^+$	1.0743			∞	∞		E2
$2_4^+ \rightarrow 2_2^+$	0.5972			-10.5682	-21.1932		E2+1.8 % M1+(E0)
$2_4^+ \rightarrow 2_1^+$	1.3332			-0.4453	-0.4000		M1+<1% E2+(E0)
$2_4^+ \rightarrow 0_1^+$	1.5840			∞	∞		E2
$6_1^+ \rightarrow 4_1^+$	0.7283			117.2463	192.7979		E2
$2_5^+ \rightarrow 2_2^+$	0.7848			-104.2595	-159.1000		E2+<1% M1+(E0)
$2_5^+ \rightarrow 2_1^+$	1.5208			-108.7854	-85.6667		E2+<<1% M1+(E0)
$2_5^+ \rightarrow 0_1^+$	1.7716			∞	∞		E2
$4_3^+ \rightarrow 3_1^+$	0.6529			5.3273	9.7722		E2+1% M
$4_3^+ \rightarrow 2_1^+$	1.6520			-18.2293	-13.2152		E2
$5_1^+ \rightarrow 6_1^+$	0.2709			-25.5680	113.0319		E2+1% M
$5_1^+ \rightarrow 4_2^+$	0.4414			23.5844	63.9890		E2+1% M
$5_1^+ \rightarrow 3_2^+$	0.7798			93.2223	143.1702		E2
$5_1^+ \rightarrow 4_1^+$	1.1930			-83.3909	-83.7128		E2+1% M
$3_2^+ \rightarrow 3_1^+$	0.8620			$0.0003^{+}10^{-3}$	$0.0005^{+}10^{-3}$		M1+<<1% EI+(E0)
$4_5^+ \rightarrow 4_1^+$	1.4230			-50.5527	-42.5455		E2+0.1 % M1+(E0)
$4_5^+ \rightarrow 2_1^+$	2.0089			106.0975	63.2500		E2
$5_2^+ \rightarrow 4_2^+$	0.9040			-158.5760	-210.0770		E2+<1% M
$5_2^+ \rightarrow 4_1^+$	1.6556			-7.4970	-5.4231		E2+<1% M
$6_2^+ \rightarrow 6_1^+$	0.7621			-11.0038	-17.2919		E2+5.3 % M1+(E0)
$6_2^+ \rightarrow 4_1^+$	1.6842			-212.6228	-151.1923		E2
$6_3^+ \rightarrow 6_1^+$	1.1436			8.4088	8.8059		E2+3 % M1+(E0)

$6_3^+ \text{---} 4_1^+$	2.0657			-10.3710	-6.0127		E2
$6_4^+ \text{---} 6_1^+$	1.2219			21.4433	21.0179		E2+0.6% M1+(E0)
$6_4^+ \text{---} 4_1^+$	2.1440			-66.2389	-37.000		E2
$8_1^+ \text{---} 6_1^+$	1.2597			202.9622	192.9575		E2
$7_1^+ \text{---} 8_1^+$	0.1335			-11.9062	-106.8085		E2+1% M
$8_2^+ \text{---} 8_1^+$	0.7641			4.6171	7.2365		E2+8.9% M1+(E0)



شكل (1) : مستويات الطاقة للحزم (β, γ) النظرية(pw) ومقارنتها مع مستويات العملية للنظير (pt =198) عند التناظر الدينمكي O (6)-SU(3)-U(5)



شكل (2): احتمالية الانتقال الكهربائي القطب كدالة للزخم الزاوي عند التناظرين O (6)-SU(3)-U(5) وO (6)- للنظير Pt=198

B(E2), B(M1) and $\delta(E2/M1)$ of Pt (A=198 & Z=78) Isotope Using IBM-1

K.S.Ibraheim, I.TAl-Alawy and H.T.Sulaiman
Department of Physics , College of Science, University of Al-Mustansiriyah

Abstract

Interacting boson model version one has been used in the present theoretical calculations. The energy levels & their transitions for dynamical symmetry O(6), SU(3), U(5), ground-state band, Beta-band, Gamma band , B(E2), Q_I , B(M1), μ_I ,g_I and $\delta(E2/M1)$ have been calculated to deduce the limit of Pt-198, Z=78. The present results confirmed the nuclear behavior of this isotope lay in the transitional region O(6), SU(3) U(5). The calculations of Q_{21}^{+} & Q_{22}+ showed that the shape of this isotope is oblate according to Q_{21}^{+} and prolate according to Q_{22}+.

Most of our results are in good agreement with the available experimental results.