Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (38), (Dec, 2025)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد (10) ملحق العدد 38 ديسمبر 2025
ردمد: 3014-6266

حساب معاملي التشوه (δ, β) لنظائر التنجستن $^{168-188}_{74}W$ الشفعية- شفعية

هيبة عمر هدوار[1]،عياد الهادى الزوام[2]، فوزي حاجي ابوالشواشي[3]

1. قسم الفيزياء، كلية الأداب والعلوم قصر الاخيار، جامعة المرقب- ليبيا .
2. قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة طرابلس- ليبيا
3. كلية التقنيةالهندسية، زواره- ليبيا

hiba62432@gmail.com[1] a.ezwam@uot.edu.ly. [2]

Abstract

In this study the $\beta$and δ deformation parameters for the even-even $^{168-188}$W isotopes have been calculated by the electric transition probability and the intrinsic electric quadrupole moment respectively. our results have good agreement with the y-rast experimental results. This research showed that the maximum values of the deformation parameters of the under study isotopes were happened at and near the mid-shell(N=104).

Key words: Deformation parameters, electric transition probability Intrinsic, electric quadrupole moment, Tungsten Isotopes, even-even Isotopes.

المستلخص

في هذه الدراسة تم حساب معاملي التشوهβوδ لنظائر عنصر التنجستن $^{168-188}$W الشفعية - شفعية بواسطة حساب احتمال الانتقال الكهربي B(E2)↑ وعزم رباعي الأقطاب الكهربي الذاتي Q_0 على التوالي، وكانت النتائج المحسوبة على توافق مع النتائج المعملية للحالات الدنيا. كما تبين في هذا البحث ان اقصى قيم التشوه للنظائر قيد الدراسة كانت عند وبالقرب من قشرة المنتصف(N= 104).

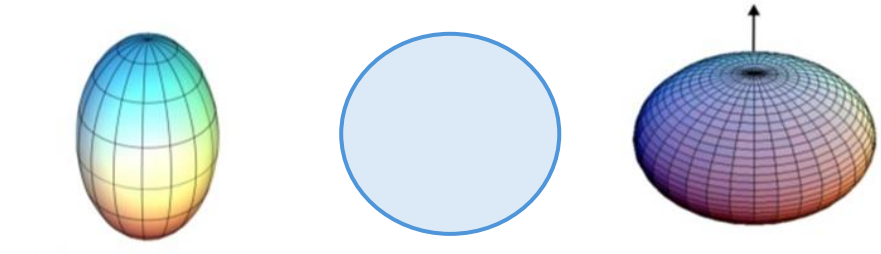
الكلمات الدالة:

معاملات التشوه، احتمال الانتقال الكهربائي، عزم رباعي الأقطاب الذاتي، نظائر التنجستن، النظائر الشفعية-شفعية,

المقدمة: Introduction

تعد دراسة النواة الذرية من الركائز الأساسية في تطور الفيزياء الحديثة، إذ ارتبط تاريخها بسلسة من الاكتشافات التي غيرت نظرة العلماء إلى المادة. لقد تم معرفة العديد من الاكتشافات التي ميزت تطور الفيزياء الحديثة، إذ ارتبط تاريخها بسلسلة من الاكتشافات المهمة. فقد تم الاهتمام بدراسة المادة وما لها من أهمية، مع اكتشاف النشاط الإشعاعي الطبيعي على يد بيكريل عام 1896، ثم توالت الدراسات حول تركيب الذرة.لاحقا، أسهمت تجارب طوسون في اكتشاف الإلكترون، ثم اكتشف تشادويك عام 1932 النترون، وهو الجسيم المتعادل الذي مكن من تفسير استقرار النوى المختلفة وتنوع خصائصها.

ان النواة الكروية ستفقد شكلها الكروي وتصبح مشوهة عندما يكون عدد النويات لا يساوي العدد السحري، بمعني اخرأن النوى التي تحتوي على أعداد سحرية(2, 8, 28, 50, 82, 126) من النويات (النترونات N والبروتونات Z) ستكون أكثر استقرارا واقل تشوه. ينشأ التشوه في النواة بسبب الطريقة التي تنظم بها نويات التكافؤ نفسها في غلاف غير مملوءتان، هذا يعني أن التشوه يحدث فقط عندما يكون غلافي البروتون (P) والنيترون N مملوئين جزئيا. وتسمي أبسط التشوهات بالتشوه الرباعي، في هذه النوع من التشوه يمكن ان تتخذ إما شكلا متطاولا او مفلطحا. اول حالة مثارة للنواة شفعية -شفعية هي 2^+ . حيث أصبحت التحويلات الكهرومغنطيسية تستخدم على نطاق واسع للمعلومات حوله. يشمل احتمال الانتقال الكهربي المنخفض $B(E2; 0^+ \rightarrow 2^+) \uparrow$ الطاقة النووية معلومات عن طاقة المستويات المنخفضة للنوى، تؤكد قيم $B(E2; 0^+ \rightarrow 2^+) \uparrow$ على الانتشار الواسع لنطاق التشوه الرباعي في النويدات. تعتبر تشوهات النواة مهمة لفهم أشكالها كما يمكن تحديد عزم رباعي الأقطاب الذاتي Q_0 وهو مقياس التشوه كما بالشكل(1)[1].



(a) $Q_0 > 0$ (b) $Q_0 = 0$ (c) $Q_0 < 0$

شكل (1) يبين انواع التشوه المتطاول (a) والكروي (b) المفلطح(c) [1]

هذه الورقة تدرس نظائر عنصر التنجستنW$^{168\text{-}188}$ الشفعية -شفعية التي عددها الكتلي بين (168-188) لغرض الحصول على معلومات وافية حول تشوه نظائر الدراسية.

النظرية (Theory)

احتمال الانتقال الكهربي المنخفض $B(E2) \uparrow$ بين الحالة الارضية 0^+ إلى الحالة المثارة 2^+ في النويدات

الشفعية - شفعية تمثل معلومات نووية أساسية مكملة لمعرفة طاقات المستويات المنخفضة في هذه النويدات (البروتونات والنترونات).

ويعطى بالمعادلة التالية:[2]

$$B(E2)\uparrow = \frac{2.6Z^2}{E_\gamma A^{2/3}} \qquad (1)$$

حيث E_γ طاقة انتقالات أشعة غاما بوحدة KeV و Z العدد الذري و A العدد الكتلي للنواة

و (e^2b^2) وحدة قياس الانتقال الكهربائي. يمكن وصف التوزيع العام للشحنات الكهربية من خلال صافي الشحنة والعزوم الرباعية والعزوم ذات الترتيب الأعلى وبعبارة اخري فان العزم الرباعي الكهربي، يقيس انحراف توزيع الشحنة من الشكل الكروي. ولذلك فإن قياسها يأخذ حقائق حول شكل وتشوه النواة.

يعطي عزم رباعي القطب الكهربي الذاتي بواسطة العلاقة (2) حيث أن $B(E2)\uparrow$ تمثل احتمالية في إحتمال الانتقال الرباعى الكهربي المنخفض [4,3]

$$Q_0 = \left[\left(\frac{16\pi}{5}\right)\frac{B(E2)\uparrow (e^2b^2)}{e^2}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (2)$$

حيث Q_0 تقاس بوحدة البارن (b)

يتم حساب عوامل التشوه الرباعي بالطريقتين التاليتين:

-الطريقة الاولي يتم من خلالها حساب معامل التشوه β بواسطة الاحتمال الانتقال الكهربي $B(E2)$ بالعلاقة الاتية[7,6,5]:

$$\beta = \frac{4\pi}{3ZR_0^2}\left[\mathrm{B(E2)}\uparrow \frac{(\mathrm{e^2b^2})}{\mathrm{e^2}}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (3)$$

حيث R_0 هي نصف قطر النواة

$$\mathrm{R^2}_0 = \left(1.2\mathrm{A}^{1/3}\mathrm{fm}\right)^2 = 0.0144\mathrm{A}^{2/3}\ (\mathrm{b}arn)$$

ومن المعادلة (3) نجد أن:

$$B(E2) = \frac{9\beta^2 Z^2 \mathrm{R}_0^4}{16\pi^2}$$

وبالتعويض بهذه المعادلة في المعادلة (2) نتحصل على عزم رباعي الأقطاب الكهربي الذاتي Q_0 بالعلاقة الاتية: [8,7]

$$Q_0 = \left(\frac{3}{\sqrt{5\pi}} Z R_0^2 \beta\right)^2 \qquad (4)$$

- الطريقة الثانية يتم حساب معامل التشوه الرباعي δ من عزم رباعي الأقطاب الذاتي، ويقيس معامل التشوه الرباعي δ درجة انحراف شكل النواة الكروية. ويعطي بالعلاقة الاتية:[10,9]

$$\delta = \frac{0.75\, Q_0}{(< r^2 > Z)} \qquad (5)$$

حيث $< r^2 >$ يمثل مربع نصف قطر توزيع الشحنة والذي يتم حسابه بالمعادلة(6) في حالة النوى التي تحتوي على عدد كتلي أصغر من أو يساوي مائة ، أما عندما يكون العدد الكتلي أكبر من مائة فيحسب بالمعادلة (7) [12,11]

$$< r^2 > = 0.6\left[1.2A^{1/3}\right]^2 \qquad ,A \geq 100 \qquad (6)$$

$$< r^2 > = \frac{\left[0.63R_0^2\left(1 + \frac{10}{3}\left(\frac{\pi a_0}{R_0}\right)^2\right)\right]}{\left[1 + \left(\frac{\pi a_0}{R_0}\right)^2\right]} \qquad ,A \leq 100 \qquad (7)$$

حيث R_0 تمثل معلمات نصف قطر جهد وود ساسكون (Woods Saxon Potential)، a_0 يتم الحصول عليه من البيانات الخاصة بتشتت الالكترونات السريعة.

$$R_0 = 1.07A^{1/3}\ \text{fm} \qquad ،a_0 = 0.55\text{fm}$$

النتائج والمناقشة

في هذه الورقة قمنا بحساب عدد الجسيمات والفجوات بواسطة عدد البوزونات المتكونة من ازواج بروتونات التكافؤ حيث وجد ان عدد فجوات البروتونات 8 لكي يصل الى المدار المغلق 82 اي انه بوزونات البروتونات n_π تساوي 4 بوزون, بينما بوزونات النترونات n_ν كما هي مدرجة بالجدول (1).

الجدول (1) يبين عدد بوزونات النترونات لنظائر التنجستن المدروسة-168

188٢٨7

N 3210	π_ν
94	**6**
96	**7**
98	**8**
100	**9**

مع ملاحظة ان النظير W^{172} له (22) جسيما اي (11) بوزونا نترونيا خارج الغلاف (82) و(22) فجوة اي انه(11) بوزونا نترونيا للوصول الى الغلاف 126 المغلق، فيكون مجموع البوزونات الكلية لكل نظير من 6 بوزونات للنظير W^{168} الى (6) بوزونات للنظير W^{172} على التوالي.

استخدم في هذا البحث قيم مستويات الطاقة للحالات الدنيا [13] , وذلك لغرض حساب معامل التشوه β المشتق من احتمال الانتقال الكهربي المنخفض $B(E2\ 0^+ \rightarrow 2^+) \uparrow$ من المعادلة (3) لتحديد شكل النواة حيث يلاحظ انه بزيادة أعداد النيترونات تزداد معاملات التشوه ويكون التشوه اعلى ما يمكن عند منطقة المنتصف وما حولها لأي عددين سحريين , ثم يتناقص التشوه تدريجيا عند الاقتراب من أي عدد سحري ثم يزداد التشوه مرة اخرى تدرجيا عند الابتعاد من العدد السحري. والجدول (2) يبين ذلك , كما يبين ان هناك توافق جيد بين معامل التشوه β للقيم المعملية والمحسوبة لنظائر عنصر التنجستن المدروسة الشفعية - شفعية $W^{168\text{-}188}$.

جدول (2) يبين العدد الكتلي، عدد النترونات N، مستوى طاقة جاما (E)، احتمال الانتقال الكهربي $B(E_2)$ ومعامل التشوه β المعملي، مربع قطر النواة R_0^2 ، احتمال الانتقال الكهربي ومعامل التشوه β المحسوب

A	N	$E(2^+)$ $[KeV]$	Theoretical values		Present work		
			B (E2) ↑ e^2b^2	β	R_0^2	B (E2) ↑ e^2b^2	β
168	94	199.3	3.22	0.2317	0.438432	2.346335	0.197665
170	96	156.72	3.50	0.2396	0.441905	2.960373	0.220283
172	98	123.2	5.363	0.294	0.445364	3.736576	0.245561
174	100	113	4.38	0.264	0.448809	4.042582	0.253457
176	102	108.3	4.95	0.278	0.452242	4.186006	0.255956
178	104	105.9	4.55	0.265	0.455662	4.248747	0.255932
180	106	103.56	4.15	0.251	0.459069	4.312506	0.255932
182	108	100.1	4.123	0.248	0.462463	4.428824	0.257457
184	110	111.2	3.70	0.234	0.465845	3.957796	0.241614
186	112	122.63	3.5	0.225	0.469214	3.563128	0.227605
188	114	143.167	2.71	0.198	0.472572	3.030312	0.208407

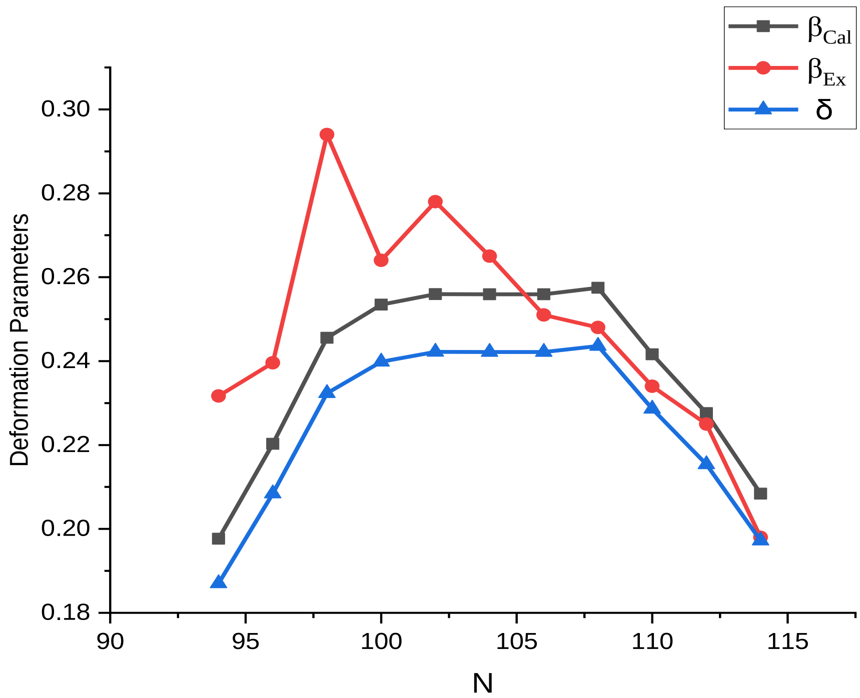
كما تم د ظائر عنصر ا ابتعاد

من العدد السحري82 ويصل الى أعلى قيمة له عند منتصف العددين السحريين 82 و 126 ويبدأ التشوه في التناقص تدريجيا عند اقترابه من العدد السحري الموالي126.

جدول (3) يبين العدد الكتلي، عدد النترونات N،القيم المعملية لعزم رباعي الأقطاب الذاتي Q_0 ، والقيم المحسوبة لكل من: معدل النصف القطر النووي $\langle r^2 \rangle$ ، عزم رباعي الأقطاب الذاتي Q_0 ومعامل التشوه δ والنسبة بين معاملي التشوه β/δ

A	N	Theoretical values	Present work			
		Q_0	$< r^2 >$	Q_0	δ	β/δ
168	94	5.70	0.260033	4.854679	0.18715	1.057
170	96	5.94	0.261798	5.453041	0.20815	1.056
172	98	7.10	0.263555	6.126359	0.23420	1.049
174	100	6.31	0.265305	6.372282	0.23984	1.056
176	102	.....	0.267048	6.484336	0.2441	1.049
178	104	.....	0.268784	6.532749	0.24224	1.057
180	106	6.53	0.270514	6.581584	0.2423	1.056
182	108	6.50	0.272236	6.669754	0.24367	1.057
184	110	6.16	0.273952	6.305105	0.22866	1.057
186	112	5.93	0.275662	5.98248	0.21533	1.056
188	114	.....	0.277365	5.51708	0.19677	1.057

اتضح من الجدول (3) أن قيم β أكبرقليلا من قيم δ لجميع النظائر قيد الدراسة وهذا يعني ان التشوه بواسطة احتمال الانتقال الكهربائي B(E2) اكبر قليلا من التشوه الناتج من عزم رباعي الأقطاب الذاتيQ_0 . والسبب في هذا الاختلاف هو ان δ لا تاخذ في الاعتبار أهتزاز سطح النواة, بينما قيم β تتأثر بالتشوه الحركي للنواة نتيجة الاهتزاز الذي يحدث في سطح النواة وكذلك تشوه النواة الساكن الذي يعتمد على شكل النواة. تم حساب قيم لعزم رباعي الأقطاب الذاتي Q_0 للنظائر ^{176}W، ^{178}W و^{188}W نظريا حيث أنه لا توجد قيم تجريبية لهذه النظائر كما هو موضح بالجدول (3). كما يبين الشكل (2) أن معاملات التشوه β و δ في توافق وفي الزيادة معا حتى يقتربا من منطقة المنتصف بين العددين السحريين 82 و126 حيث يكون اعلى تشوه ثم تقل قيم التشوه تدريجيا لهما وذلك بسبب الاقتراب من العدد السحري 126 وهذا يتفق مع معامل التشوه التجريبي إلا انه ربما يرجح ان هناك حدوث خلل ما اثناء تشغيل التجربة أو انه مجرد خطأ مطبعي لقيمة التشوه المعملية للنظير ^{172}W حيث اثبت علميا بأن اقصى قيم التشوه تحدث عند منطقة المنتصف وما حولها[14]. كما نلاحظ من العمود 7 بالجدول (3) أن قيم β اكبر بقليل من قيم δ وبنسبة تتراوح بين العددين 1.049 و1.057 وهذا يتفق تماما مع [15].



شكل (2) معاملات التشوه β, δ للقيم المحسوبه والقيم التجريبيه للأنوية الشفعية – شفعية المتشوهة لنظائر $^{168-188}W$ كدالة في عدد النترونات N

الخلاصة

يتضح من حساب معامل التشوه β بمعلومية احتمال الانتقال الكهربائي B(E2) و δ الذى يعتمد على عزم رباعي الأقطاب الذاتي Q_0 لنظائر عنصر التنجستن شفعية ـ شفعية$^{168-188}W$. أن النتائج المحسوبة متقاربة جدا من النتائج المعملية المتاحة لاغلب نظائر الدراسة. كما نلاحظ ان عزم رباعي الأقطاب الكهربي الذاتي للنظائر^{176}W، ^{178}W و^{188}W والتي لم تقاس سابقا. أظهرت الحسابات ان قيم عزم رباعي الأقطاب الذاتي Q_0 *موجبة*. كما تبين الدراسة ان جميع نظائر الدراسة يزداد كلما زاد عدد النترونات عن العدد السحري 82 الى ان وصل التشوه الى اشده عند منطقة المنتصف (N= 104) والنقاط القريبة منها وليس عند (N=98) الذي أظهر معمليا. ثم يبدأ التشوه في الانخفاض كلما اقتربت عدد النترونات من العدد السحري (126) .

المراجع (References)

1. Ridha, Ali Abdulwahab. (2009) "Deformation parameters and nuclear radius of Zirconium (Zr) isotopes using the Deformed Shell Model." Journal of Wasit for Science and Medicine 2.1: 115-125.
2. Jarallah, N,T.(2019). Quadrupole Moment and Deformation Parameter for Even-Even 38Sr(A=76-102) Nuclide .Energy Procedia, 157, pp 276-282.
3. Margraf, J . Heil, R. Kneissl, U. Maier, U. Pitz, H, H. Friedrich, H.and Zilges, A. (1993). Deformation Dependence of low Lying M1 . Strengths in Even-Even Nd Isotopes. Physical Review C,47(4), 1474.
4. Bonatsos, D, Lenis, Minkov, N., Petrellis, D., Raychev, P.P., & Terziev, P.A.(2004). Ground state bands of the E(5) and X(5) critical symmetries obtained fromDavidson, 584, 40 -46 .
5. Bonatsos, D. (1988). Interacting Boson Model of Nuclear structure ED. Hodgson p. ox ford University press New.York. pp 1-264.
6. Casten, R. (2000). Nuclear structure from a simple perspective (Vol. 23). Oxford university press .
7. Stránský, P., Frank, A., and Bijker, R. (2011, October). On prolate shape predominance in nuclear deformation. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 322, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.
8. .A,E, Ezwam and S, A, Sallam (2025). Study of Nuclear structure for even – even $^{178-184}$OS. Isotopes. The Libyan Journal of Science. University of Tripoli. Vol.28 No1. Pp 05-13 .
9. Cook, N. D. (2010). Models of the atomic nucleus: unification through a lattice of nucleons (Vol. 2). Berlin: Springer.
10. Boboshin, I. Ishkhanov, B. Komarov, S. Orlin, V. Peskov, N, and Varlamov, V. (2007). Investigation of Quadrupole Deformation of Nucleus and its Surface Dynamic Vibration. In International Conference on Nuclear Data for Science and Techology pp 65-68. EDP Sciences.
11. Ebraheem, S. A., & Zghair, H. A. (2018, May). Estimation of geometrical shapes of mass-formed nuclei (A=102-178) from the calculation of deformation parameters for two elements (Sn & Yb). In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1003, No. 1, p. 012095). IOP Publishing.
12. Krane, K. S. (1988). Introductory Nuclear Physics, copyright by John Wiley & Son.

13. NNDC database, (http://www.nndc.bnl.gov/ensdf).

14.Safa, M, I. Abdallah, B, R. and Sameera,A, E. (2024) Calculating the Radii of the Even-Even Nickel Isotopes. Baghdad Science Journal. P-ISSN:2078-8665-E-2411-7986.

15.Bonatsos, D. (1988). Interacting Boson Model of Nuclear structure ED. Hodgson p. ox ford University press New.York. pp 1-264 .

.