دراســة مستويات الطاقة لنواة الكالسيوم ^{50}CA

أعداد الطالب

وارد قاسم محمد ضجر

بحث

مقدم الى جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الصرفة ـ قسم الفيزياء كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

بأشـــــراف

أ.د . فالح حسين خضير

1445 A.H

2024 A.D

الهدف من البحث

- باستخدام نموذج القشرة النووي وجهد دلتا السطحي تم دراسة التركيب النووي لنواة الكالسيوم ^{50}Ca من خلال حساب قيم الطاقات وقيم الزخوم الكلية المناظرة لها.
- وبعد أن قارنت نتائج البحث مع نتائج العملية وجدنا تطابقاً جيداً ومقبولاً بينهما كما تم تحديد قيم زخم زاوي الكلي لمستويات الطاقة لم تحدد عملياً فضلاً عن انه تم تأكيد بعض القيم التي لم تكن مؤكدة عمليا و كذلك تم حساب مدارات لجسيم المنفرد لنواة الكالسيوم ^{50}Ca حسب معادلات التالية :

$$E_{n\ell j} = (N + \frac{3}{2})\hbar\omega_o + \frac{a}{2}\ell \qquad for \quad j = \ell + \frac{1}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$E_{n\ell j} = \left(N + \frac{3}{2}\right)\hbar\omega_o - \frac{a}{2}\left(\ell + \frac{1}{2}\right) \qquad for \quad j = \ell - \frac{1}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

الاطار النظري

- ان محاولة فهم وتفسير الخواص النووية وطبيعة التفاعلات بين النيوكلونات والنتائج العلمية المتعلقة بها ادت الى وضع فرضيات تبنى على بعض الاسس الفيزيائية المهمة لتصبح القاعدة الاساسية في الحسابات النظرية مع اضافة عدة عوامل مؤثرة لملائمة النتائج العلمية الرياضية تحت عنوان عام هو النماذج النووية والتي تطورت مستفيدة من سابقاتها واعتمادا على التطور العلمي الذي كشف العديد من الخواص النووية الجديدة .

- لقد وضعت عدة نماذج نووية من ابسطها نموذج قطرة السائل الذي اقترح من قبل وايسكر. وقد اعتبر هذا النموذج النواة ذات طبيعة تجميعية تجميعية , وان التهيجات النووية تنتج من الحالات الاهتزازية والدورانية للنواة . وحسب هذا النموذج ترتبط النيوكلونات مع بعضها بصور تشابه ارتباط جزيئات السائل , ومن اهم فرضيات هذا النموذج ان المادة النووية تكون غير قابلة للانضغاط وكذلك ان القوة النووية متساوية في جميع النيوكلونات . ان هذا النموذج نجح في تفسير ظاهرة الانشطار النووي لانه حدد شكل النواة بعاملي اولهما التأثير الكولومي الذي يحاول تغيير شكل النواة الكروي نتيجة لوجود البروتونات , والثاني هو التثير الشد السطحي الذي يحاول التغلب على قوة التنافر الكولومي وتبقى النواة على شكلها الكروي . ان هذه الصورة المبسطة للنواة مما استدعى هو ظهور نموذج اخر مثل نموذج القشرة shell model حيث تقدم اليسار بفكرة وجود القشرة داخل النواة فقد بنيت التجارب العلمي هان استقرار النواة تكون عالية عندما يكون عدد النيوكلونات مساوي لاحد الاعداد السحرية magic number وهي (.82.126. 28. 50 . 20. 2. 8) كذلك اكدت النتائج العلمية بان طاقة الفصل النيوتروني تكون كبيرة عندما يكون عدد النيوترونات مساوي لاحد هذه الاعداد.

جهد انموذج القشرة

- ان كل نيوكلون في هذا الجهد المركزي يمثل مدارا ذا طاقه وزخم زاوي محددين بشكل دقيق وان التفاعل بين النيوكلونات حسب أنموذج القشرة سيكون ضعيفا ولهذا السبب يسمى احيانا بنموذج الجسيمة المستقلة . اما الجهدان اللذان استخدما من قبل لحل معادله شرودنكر وتحديد مستويات الطاقة فيما جهد البئر ذو الابعاد اللانهائية المعادلة (3) وجهد المتذبذب التوافقي . ان جهد البئر اللانهائي في ابعاده والذي يكون عمقه vo depth كبير جدا لا نهائيا وعرضه بقطر نصف قطر النواة R يمكن أن يمثل بشكل جيد قوه ذات مدى قصير كالقوة النووية مثلا ، وان الدوال الموجية للجسيمات المستقلة في داخل مثل هذا البئر يمكن تمثيلها بمعادله الموجه القطرية عندما تكون R> وعلى وفق الآتي :

$$\frac{\hbar}{2m}\left(\frac{d^2R}{dr^2}+\frac{2}{r}\frac{dR}{dr}\right)+\left[v(r)+\frac{\ell(\ell+1)\hbar^2}{2mr^2}\right]R=E_R \ldots\ldots(3)$$

- وان كل ما تحتاج اليه هو ايجاد حل لمعادلة (3) بالنسبة لكل جهد v(r) فبالنسبة الى جهد البئر اللانهائي الذي يمكن كتابته بالشكل الاتي :

$$\begin{aligned} v(r) &= \infty \quad when \quad r \geq R \\ &= 0 \quad when \quad r < R \end{aligned}$$

النتائج والمـــناقشـــة

طاقة مدارات الجسيم المنفرد لنواة الكالسيوم ^{50}Ca

- من اجل الحصول على مستويات الطاقه لاي نواة يتطلب تحديد مدرات الجسيم المنفرد التي تشغلها نيكلونات هذه النواة وبالتالي معرفة مدرات التكافؤ .أن توزيع الجسيمات على مدارات الجسيم المنفرد حسب أنموذج القشرة يعتمد على حلول معادلة شرودنكر والعلاقات المستخدمة بين الاعداد الكمية في تحديد معادلة الطاقة وكالاتي :

- العدد الكمي الرئيسي الذي يمثل رقم القشرة الرئيسية N والعدد الكمي الثانوي n حساب قيمة الزخم الزاوي المداري *l* وتحديد اسم المدار وفق هذه قيم

- N=0,1,2,3,4,5,……
- n =1,2,3,4,……..
- *l= 0,1,2,3,4,5,6,….*
- *l= s ,p ,d ,f ,g ,h,…* وفق لقيمة *اسم المدار*

- يمكن ايجاد مدارات الجسيم المنفرد من استخدام هذه العلاقات لتحديد مواقعها وطاقتها

N=0 n=1 l=0 j=1/2 1S_____1S1/2 No=2

N=1 n=1 l=1 J=1/2, 3/2

1P____1P1/2 No =2

1P____1P3/2 No =4

N=2 n=1 l=2 J=3/2, 5/2

1d_____1d3/2 No=4

1d_____1d5/2 No=6

n=2 l=0 J=1/2 2S_____ 2S1/2 No=2

N=3 n=1 l=3 J=5/2, 7/2

1f_____1f5/2 No= 6

1f_____1f7/2 No= 8

n=2 l=1 J=1/2,3/2

2P_____2P1/2 No= 2

No= 4 2P_____2P3/2

N=4	n=1	l=4	J=7/2,9/2		
				1g___1g7/2	No= 8
				1g___1g9/2	No=10
	n=2	l=2	J=3/2,5/2		
				2d____ 2d3/2	No= 4
				2d____ 2d5/2	No= 6
	n=3	l=0	J=1/2	3s____3s1/2	No=2

بما ان نواة الكالسيوم (A=50) تحتوي علي 20 برتون و 30 نيترون اي وجد تيترونيين خارج القشرة المغلقة N=28 بالتالي يكون التوزيع كافي لغاية N=4

حساب طاقة مدارات الجسيم المنفرد

باستخدام معادلة (1) تم حساب طاقة مدارات الجسيم المنفرد

A= 50 hω =11.129 a= -1.473612

N= 0 n= 1 l= 0 s1/2 E= 16.69 MeV

N= 1 n= 1 l= 1 p 3/2 E = 27.09 MeV p 1/2 E= 29.29 MeV

N= 2 n= 1 l= 2 d 5/2 E= 37.48 MeV d 1/2 E= 41.16 MeV

N= 2 n= 2 l= 0 s1/2 E= 38.95 MeV

N= 3 n= 1 l= 3 f 7/2 E=47.87 MeV f 5/2 E= 53.02 MeV

N= 3 n= 2 l= 1 p 3/2 E=49.34 MeV p1/2 E= 51.55 MeV

N= 4 n= 1 l= 4 g 9/2 E= 58.26 MeV g 7/2 E= 64.89 MeV

N= 4 n= 2 l= 2 d 5/2 E= 59.74 MeV d5/2 E= 63.42 MeV

N= 4 n= 3 l= 0 s1/2 E= 61.21 MeV

حساب مستويات الطاقة المنخفضة لنواة ^{50}Ca

- بما ان نواة الكالسيوم (A=50) تحتوي على 20 برتونا و30 نيوترونا أي انها تمتلك اثنين من النيوترونات خارج نواة القلب ذات القشرة المغلقة Ca-48 متواجدة في المدرات الجسيم المنفرد (*2P3/2, 1f5/2*) .
- ان حالات الزخم الزاوي الكلي لمستويات الطاقة لهذه النواة والمسموحة خلال تواجد النيوترونات في المدرات أعلاه وفق نظريات الزخم الزاوي هي

$(2p3/2)^2$ $J^\pi = 0^+, 2^+$

$(1f5/2)^2$ $J^\pi = 0^+, 2^+, 4^+$

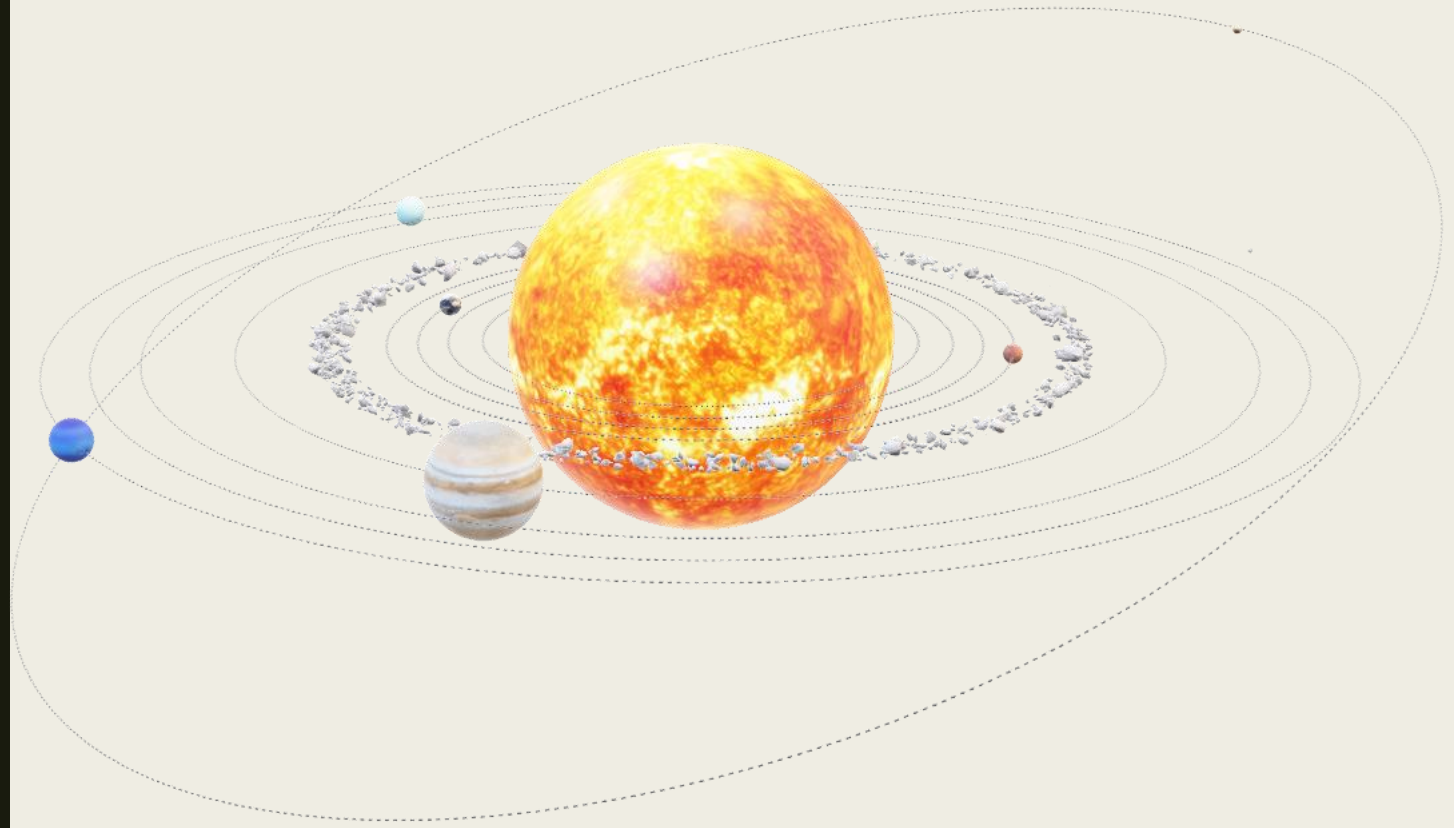
$(2p3/2, 1f5/2)$ $J^\pi = 0^+, 1^+, 2^+, 3^+, 4^+$

- لحساب قيم الطاقات لكل حالة من حالات أعلاه لابد من الاعتماد على قيمة طاقة الجسيمة المنفردة e وفقا لحسابات المعادلة (8) والتي حددت قيمتها من المعادلة (3) بحساب طاقة المدار وكانت كالاتي :

e(2P3/2)=48.8337 MeV e(1f5/2)=48.95105MeV B.E(core)=436.3Mev

J^+	E_{CAL} (MEV)	E_{EXP} (MEV)	ERROR %
0^+	0	0	0
2^+	1.081	1.026	5
0^+	4.988	4.475	11
2^+	3.286	3.002	9
4^+	5.009	4.515	11
1^+	4.552		
2^+	3.458		
3^+	4.213		
4^+	4.945	4.955	1

الجدول (1) يوضح مقارنة بين القيم مستويات الطاقة النظرية والعملية المتوفرة.



شكرا لأصغائكم