متحولات الطبقة النيوترونية المغلفة للنواة

الدكتور مفيد عباس *
الدكتور محي الدين نظام **
عبدالله طالب ***

(تاريخ الإيداع 26 / 8 / 2019. قُبِل للنشر في 5 / 7 /2020)

□ ملخّص □

تم في هذا العمل تطوير طريقة لحساب سماكة الطبقة النيوترونية ، المغلفة للنواة ، وباستخدام هذه السماكة تم أيضاً حساب الكثافة الوسطى للنيوترونات في هذه الطبقة ، وكذلك العدد الكلي للنيوترونات المتواجدة فيها من اجل جميع نظائر العناصر $Z \geq 92$.

تم أيضاً بيانياً ، من أجل جميع هذه العناصر ، تحديد العلاقات التي تربط كل من السماكة ، الكثافة الوسطى، والعدد الكلي للنيوترونات في هذه الطبقة ، بتابعية N(العدد الكلي للنيوترونات في النواة).

تظهر الحسابات السابقة والمخططات البيانية الموافقة لها ، من أجل كل من هذه المتحولات الثلاث ، علاقتين خطيتين مختلفتين مع N من اجل كل عنصر ، العلاقة الأولى من أجل قيمN الفردية والثانية من أجل قيم N الزوجية ، لكن معدل الزيادة (الميل للخط البياني المستقيم) متماثل لكل زوج من هذه العلاقات وهذا يعني أن الخطين البيانين لكل زوج يكونان متوازيين.

تم بالإضافة إلى ما سبق ، حساب الطاقة الضائعة للبروتون خلال اختراقه الطبقة النيوترونية ، بتابعية جداء الكثافة الوسطى بسماكة الطبقة النيوترونية .

الكلمات المفتاحية:نواة–نوكليون– طبقة نيوترونية– طاقة اقتلاع النوكليون

* أستاذ– قسم الفيزياء–كلية العلوم–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية mufidmohamadmonirabbas@tishreen.edu.sy
** أستاذ – قسم الفيزياء– كلية العلوم– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية moheyaldinhamednizam@tishreen.edu.sy
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم الفيزياء–كلية العلوم–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية
abdullahmohammedtaleb@tishreen.edu.sy

Parameters of Neutronic Shell That Enveloped the Nucleus

Dr. Mufid Abbas[*]
Dr. Mohey- Aldin Nizam[**]
Abdulla Taleb[***]

(Received 26 / 8 / 2019. Accepted 5 / 7 /2020)

□ ABSTRACT □

In this work , a method has developed , to calculate the thickness of neutronic shell, that enveloped the nucleus , and by using this thickness , it has also calculated the mean density of neutrons in this shell, and the total number of neutrons , that founded in it , for all isotopes of elements with $Z \geq 92$.
It has also for all of these elements graphically determined, the relation , that correlated each of thickness , mean density , and total number of neutrons of this shell, as function of N (total number of neutrons in the nucleus) .
The previous calculation and their corresponding graphic plots showed , for each one of these three parameters , two different linear relation with N for each elements , first one for odd N and the second one for even N , but the increasing rates (tendence of graphic straight line)of each pair of these relations are identical .i.e. the two straight graphic lines of each pairs are parallel .
Additional to the previous , the energy lost of proton during their penetration neutronic shell , has calculated as function of product of mean density and thickness of neutronic shell .

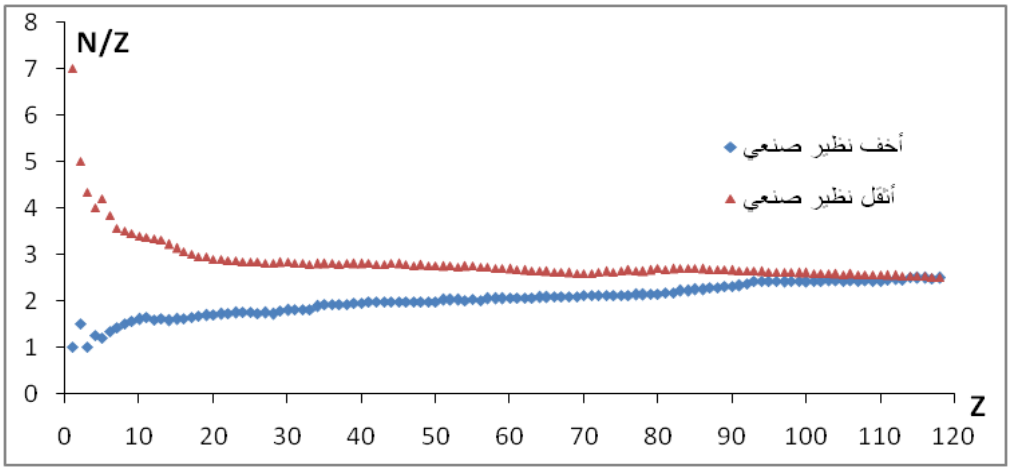
Key Words :Nucleus– Nucleon – Neutronic Shell – Shedding Energy of nucleon

[*]**Professor ,Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria mufidmohamadmonirabbas@tishreen.edu.sy**
****Professor ,Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria moheyaldinhamednizam@tishreen.edu.sy**
*****Postgraduate Student, Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria , abdullahmohammedtaleb@tishreen.edu.sy**

مقدمة:

يوجد نواتان طبيعيتان فقط يكون فيهما $Z > N$ هما نواتا النظيرين $^{1}_{1}H$ ، $^{3}_{2}He$ ويوجد بالمقابل عدد كبير من النوى الصنعية التي يكون فيها $Z > N$ ولكن حتى هذه النوى الصنعية لا تتوفر إلا في نظائر العناصر $Z \leq 53$، حيث يكون $N > Z$ من أجل جميع نوى النظائر $Z \geq 53$ يستثنى من ذلك نواتي النظيرين $^{108}_{54}Xe$ ، $^{112}_{56}Ba$ واللتين من أجلهما $Z = N$[1].

تتزايد النسبة $\frac{N}{Z}$ لأخف نظير صنعي لكل عنصر مع زيادة Z ، وتتناقص بالمقابل هذه النسبة لأثقل نظير صنعي لكل عنصر مع زيادة Z كما يوضح الخطان البيانيان في الشكل (1) والذين يظهران تأرجح في قيم $\frac{N}{Z}$ ولكن المنحى العام هو تناقص هذه النسبة من أجل أثقل نظير وتزايدها لأخف نظير [1] .



الشكل (1) :النسبة N/Z بتابعية Z من أجل أخف وأثقل نظير لكل عنصر

يلعب كون العدد الذري Z ، زوجي أم فردي دوراً في تحديد عدد النظائر الطبيعية التي ما تزال موجودة لكل عنصر ، حيث يكون عدد النظائر الطبيعية للعناصر ذات Z زوجي أكبر منه للعناصر ذات Z فردي [2] .

تتوضع النيوترونات بين البروتونات لتخفيف التدافع الكهربائي بينها والفائض منها يحيط بمعظم نوى النظائر المتوسطة، وبجميع نوى النظائر الثقيلة ، الطبيعية والصنعية ، مشكلة غلاف نيوتروني [3] .

تختلف بحسب نتائج هذا العمل ، سماكة وكثافة هذا الغلاف النيوتروني وكذلك عدد النيوترونات الكلي الموجود ضمن هذا الغلاف من نظير لآخر ، ويرتبط كل من هذه المتحولات الثلاث ، ضمن كل عنصر (من اجل كل قيمة لـ Z) بـ Nبعلاقتين مختلفتين إحداهما من أجل قيم Nالزوجية وأخرى من أجل قيم N الفردية .

تم في نطاق هذا العمل حساب ΔR (سماكة الطبقة النيوترونية المحيطة بالنواة) باستخدام قيم طاقتي الاقتلاع Q_p, Q_n لكل من النيترون والبروتون ، على الترتيب ، وكذلك قيم الدفع الكهربائي E_cالمطبق على بروتون مستقل عن كرة البروتونات من قبل بقية بروتونات النواة من أجل كل نظير من نظائر العنصر $Z \geq 92$.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في أنه تم خلاله إيجاد طريقة جديدة لحساب سماكة وكثافة طبقة النيوترونات المحيطة بالنوى الثقيلة . وكذلك عدد النيوترونات الكلي الموجودة ضمن هذه الطبقة .وهذه البارامترات والعلاقات فيما بينها يمكن أن تكون حجر الأساس لوضع شرط إضافي للانشطار التلقائي وكذلك المحرض (والذي سيكون موضوع بحثنا القادم)، ويمكن بواسطتها كذلك التنبؤ بالنوى الصنعية التي ستتمكن البشرية من انتاجها لاحقاً .

طرائق البحث ومواده:

تم في هذا البحث استخدام بيانات من المراجع الورقية والإلكترونية ومعالجة هذه البيانات بطرائق رياضية و بيانية وباستخدام تقنيات الحاسوب (برنامجExcel و Matlab) في المعالجة والحساب الرياضي وكذلك في الرسم البياني ، وفي استنتاج العلاقات الرياضية ، التي تربط متحولات الطبقة النيوترونية المحيطة بالنوى الثقيلة، بعضها ببعض وبمتحولات النواة التي تنتمي إليها هذه الطبقة .

طاقة فصل النوكليونات من النواة:

يتطلب فصل النوكليون من النواة صرف طاقة من مصدر خارجي أو على حساب طاقة تهيج النواة ، تكون طاقة فصل البروتون أدنى من طاقة فصل النيوترون الذي له نفس موقع هذا البروتون (نفس البعد عن مركز النواة) ويكون الفرق بينهما مساو لطاقة الدفع الكهربائي التي يخضع لها البروتون من بقية بروتونات النواة[4]

تعطى القيمة الوسطى لطاقة الدفع الكهربائي التي يخضع لها البروتون ضمن نواة بالعلاقة[5] :

$$\overline{E_c} = \frac{1}{A}.\frac{3Q^2}{20\pi\varepsilon_o R} \qquad (1)$$

حيث :Q=Ze شحنة النواة ، A عددها الكتلي ، R نصف قطرها.

تتم عملية الفصل للنوكليون الأبعد (بروتون أو نيوترون) عن مركز النواة ، والذي يكون إما على السطح مباشرة أو قريب من السطح ويقع في كلتا الحالتين في منطقة أقل كثافة [6]، مما يمكنه من الاهتزاز ومن المنطقي تصور أن عملية الفصل تتم عندما يكون النوكليون في الموضع الأبعد عن مركز النواة ، أي يمكن معاملته كأنه نوكليون منفصل عن بقية النوكليونات لحظياً بفعل الاهتزازات و مما يسمح باعتبار شحنتين نقطيتين مستقلتين في حال فصل البروتون، إحداهما البروتون المنفصل ومقدارها e والأخرى شحنة بقية بروتونات النواة ومقدارها $(Z-1)e$ ، وبناءً عليه ، يعطى الدفع الكهربائي الذي يخضع له البروتون المنفصل من النواة التي عدد بروتوناتها Z بعلاقة كولون للتدافع بين شحنتين نقطيتين ، التالية[7] :

$$E_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}.\frac{(Z-1)e^2}{R} \qquad (2)$$

حيث :Rنصف قطر النواة ، e شحنة البروتون .

تعطى طاقة الفصل لكل من البروتون والنيوترون ، من النواة $({}^{A}_{Z}X)$ على الترتيب ، بالعلاقتين التاليتين[8]:

$$Q_p = [M({}^{A-1}_{Z-1}X) + m_H - M({}^{A}_{Z}X)]c^2 \qquad (3)$$

$$Q_n = [M({}^{A-1}_{Z}X) + m_n - M({}^{A}_{Z}X)]c^2 \qquad (4)$$

حيث : $M(^{A}_{Z}X)$ الكتلة الذرية للنظير $^{A}_{Z}X$، $M(^{A-1}_{Z-1}X)$ الكتلة الذرية للنظير $(^{A-1}_{Z-1}X)$ ، $M(^{A-1}_{Z}X)$ الكتلة الذرية للنظير $(^{A-1}_{Z}X)$ ، m_n, m_H كتلة ذرة الهدروجين، النيوترون على الترتيب .

حساب سماكة الطبقة النيوترونية المغلفة للنواة :

إن طاقة ارتباط البروتون وكذلك طاقة فصله لا تختلفان عن نظيرتيهما للنيوترون المماثل في البعد عن مركز النواة إلا بطاقة الدفع الكهربائي التي يخضع لها البروتون من بقية البروتونات ، والتي تعطى بالنسبة للبروتون الواقع على السطح بالعلاقة (2) وبناءً عليه فإن فرق طاقتي الفصل Q_{p} و Q_n وهي $Q_n - Q_{\mathrm{p}}$ يجب أن تساوي E_cطاقة الدفع المطبق على البروتون

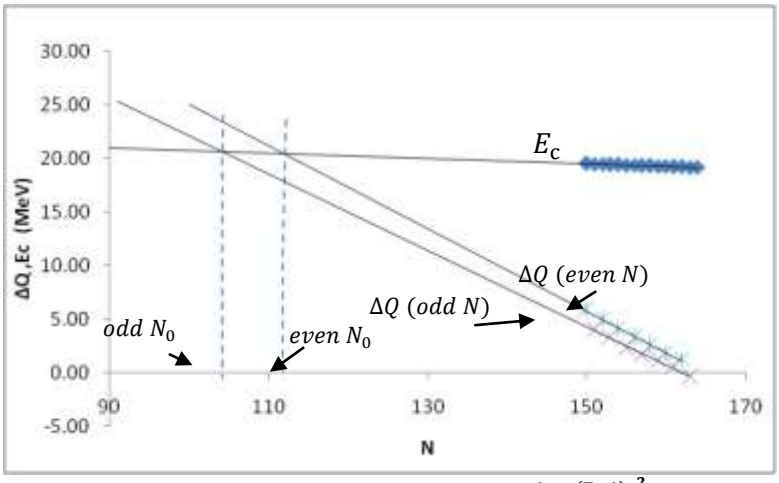
فإذا كان الفصل يتم لنيوترون وبروتون واقعين على سطح نواة فإن القيمة المطلقة للفرق ΔQ بين قيمتي Q_n و Q_p تكون مساوية لـ E_cطاقة الدفع الكهربائي لبروتون واقع على سطح هذه النواة أي :

$$\Delta Q = \left|Q_n - Q_p\right| = E_c \qquad (5)$$

يظهر حساب كل من $_p, Q_n, E_c$ وفق العلاقات (2),(3), (4) لنظائر كل من العناصر $Z \geq 92$أن العلاقة(5) غير محققة لأي من نظائر هذه العناصر، حيث تظهر القيم الموضحة في الجداول(1),(2), (3)و الرسوم البيانية , (4) (2), (3)الرسوم البيانية فإن $\left|Q_n - Q_p\right| < E_c$ الموافقة على الترتيب ، لهذه الجداول أمثلة على ذلك :

الجدول (1) : يتضمن طاقتي الفصل Q_n, Q_p وفرقهما $\Delta Q = \left|Q_n - Q_p\right|$ ، وطاقة الدفع الكهربائي المطبق على بروتون سطحي لكل من نظائر العنصر $(_{104}Rf)$

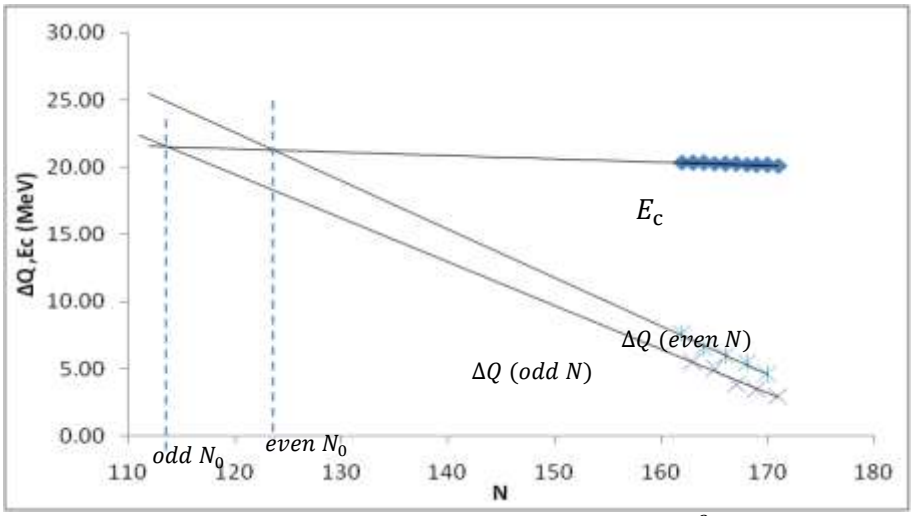
N	$Q_p\ (MeV)$	$Q_n\ (MeV)$	$\Delta Q = \left\|Q_n - Q_p\right\|$ (MeV)	$E_c\ (MeV)$
150	2.7889	8.6713	5.8823	19.5162
151	2.9889	7.0713	4.0823	19.4907
152	3.0189	8.0513	5.0323	19.4653
153	3.1689	6.4213	3.2523	19.4400
154	3.5589	7.6013	4.0423	19.4148
155	3.7289	6.0513	2.3223	19.3898
156	3.9389	7.2313	3.2923	19.3649
157	4.2689	5.9513	1.6823	19.3401
158	4.4889	6.9913	2.5023	19.3155
159	4.4889	5.6713	1.1823	19.2910
160	4.7889	6.6713	1.8823	19.2666
161	4.8889	5.4713	0.5823	19.2423
162	5.3889	6.6713	1.2823	19.2182
163	5.2889	4.8713	0.4176	19.1942



الشكل (2) : قيم كل من $E_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{(Z-1)e^2}{R}$ **و** $\Delta Q = |\ _n - Q_p|$ **بتابعية N لنظائر العنصر** $(_{104}Rf)$

الجدول (2) : يتضمن طاقتي الفصل Q_p, Q_n **وفرقهما** $\Delta Q = |Q_n - Q_p|$ ،
وطاقة الدفع الكهربائي المطبق على بروتون سطحي لكل من نظائر العنصر $(_{111}Rg)$

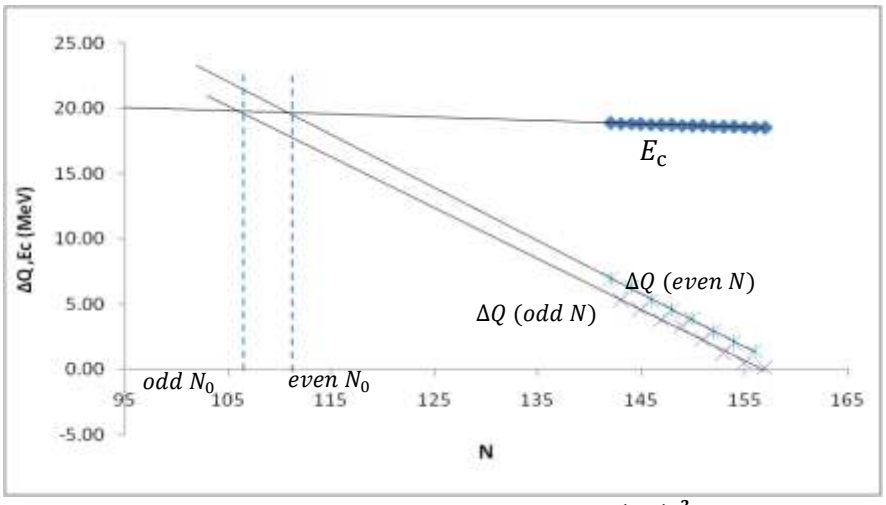
N	$Q_p\ (MeV)$	$Q_n\ (MeV)$	$\Delta Q = \lvert Q_n - Q_p \rvert$ (MeV)	$E_c\ (MeV)$
162	0.1889	7.7713	7.5823	20.3474
163	0.9889	6.4713	5.4823	20.3226
164	0.7889	7.3713	6.5823	20.2979
165	1.0889	6.0713	4.9823	20.2734
166	1.0889	7.0713	5.9823	20.2489
167	2.1889	6.0713	3.8823	20.2246
168	1.7889	7.1713	5.3823	20.2004
169	2.4889	5.9713	3.4823	20.1764
170	2.2889	6.8713	4.5823	20.1524
171	2.9889	5.9713	2.9823	20.1285



الشكل (3) : قيم كل من $E_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{(Z-1)e^2}{R}$ **و** $\Delta Q = |\ _n - Q_p|$ **بتابعية N لنظائر العنصر** $(_{111}Rg)$

الجدول (3) : يتضمن طاقتي الفصل Q_p, Q_n وفرقهما $\Delta Q = |Q_n - Q_p|$ ، وطاقة الدفع الكهربائي المطبق على بروتون سطحي لكل من نظائر العنصر $(_{99}Es)$

N	$Q_p\ (MeV)$	$Q_n\ (MeV)$	$\Delta Q = \lvert Q_n - Q_p \rvert$ (MeV)	$E_c\ (MeV)$
142	1.4989	8.4713	6.9723	18.8969
143	1.6889	6.9713	5.2823	18.8708
144	1.9689	8.2713	6.3023	18.8449
145	2.1889	6.7713	4.5823	18.8191
146	2.3619	7.6713	5.3093	18.7935
147	2.7769	6.5713	3.7943	18.7680
148	2.8019	7.3913	4.5893	18.7426
149	3.0889	6.3513	3.2623	18.7174
150	3.3499	7.1913	3.8413	18.6923
151	3.8149	6.0513	2.2363	18.6673
152	3.9489	6.7583	2.8093	18.6425
153	4.1359	5.2943	1.1583	18.6178
154	4.3089	6.3463	2.0373	18.5932
155	4.5979	5.0933	0.4953	18.5688
156	4.5389	5.9743	1.4353	18.5445
157	4.8889	4.9613	0.0723	18.5203
158	4.8889	5.8713	0.9823	18.4963



الشكل (4) : قيم كل من $E_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{(Z-1)e^2}{R}$ و $\Delta Q = |\ _n - Q_p|$ بتابعية N لنظائر العنصر $(_{99}Es)$

لا تتحقق العلاقة (5) كما تظهر الجداول (1) و (2) و (3) وكذلك المخططات البيانية (2) و(3) و(4) وتكون $\Delta Q > E_c$ دوماً لأن العلاقة (5) تعتبر كل من البروتون ، والنيوترون المنفصلين واقعين معاً على السطح ، ولا يمكن تفسير هذا التناقض إلا باعتبار أن البروتون لا يقع على سطح النواة كما هو الحال بالنسبة للنيوترون ، وإنما يقع على عمق محدد من سطح النواة ، بحيث تتوزع طاقة فصله Q_p إلى قسمين : طاقة ΔE تصرف على اجتيازه المسافة حتى السطح وهي الطاقة التي لم تؤخذ بعين الاعتبار في العلاقة (5) وأما القسم الثاني فهو لانفصال البروتون من السطح . وبناءً عليه ، تعطى قيمة ΔE بالعلاقة :

$$\Delta E = E_c - \Delta Q \quad (6)$$

ترتبط ΔE (الطاقة التي يصرفها البروتون) وفق تابع متزايد بكل من ΔR سماكة الغلاف النيوتروني الذي عليه اجتيازها عند فصله و$\overline{\rho'}$القيمة الوسطى للكثافة النيوترونية ضمن هذا الغلاف واللذين كما تظهر،الخطوط البيانية اللاحقة يرتبطان بنوع كل من Z,N ، أهما زوجيان معاً أم فرديان معاً أم أن أحدهما فردي والآخر زوجي ، ويمكن بناءً عليه كتابة العلاقات التالية :

$$\Delta E \sim \Delta R \quad (7)$$

$$\Delta E \sim \overline{\rho'} \quad (8)$$

$$\Delta E \sim \overline{\rho'} . \Delta R \quad (9)$$

يمكن حساب قيمة ΔR (عمق توضع البروتونات داخل النواة ، والتي هي سماكة طبقة النيوترونات المغلفة للنواة) للنظائر المختلفة ضمن كل عنصر بالطريقة البيانية الموضحة في الأشكال (2) و(3) و(4) وذلك بتحديد نقطتي تقاطع ممددي الخطين البيانين $\Delta Q = f(even\ N)$ و $\Delta Q = f(odd\ N)$ مع الخط البياني $E_c = f(N)$ وتسمية قيمتي N المقابلتين لنقطتي التقاطع ، على الترتيب ، $even(N_0)$ ، $odd(N_0)$ ضمن كل عنصر ، ويتوضع بالتالي كل من البروتون والنيوترون المنفصلين على السطح من اجل هاتين النواتين اللتين تختلفان بالطبع من عنصر لآخر وإن أي نيوترونات إضافية (من اجل نظائر أثقل لنفس العنصر) ستتوضع على سطح النواة أبعد فأبعد عن مركزها ، بحيث تتضخم النواة ويزداد نصف قطرها مع إضافة نيوترونات أي مع الانتقال إلى نظائر أثقل لنفس العنصر، ويمكن بالتالي حساب (ΔR) الزيادة في نصف قطر النواة الناجمة عن إضافة نيوترونات عن طريق حساب $R(evenN_0)$ ، $R(odd\ N_0)$ نصف قطر النواة المقابلة لكل من $even(N_0)$، $odd(N_0)$ وطرحه ، على الترتيب ، من انصاف أقطار النوى $even(N)$ ، $odd(N)$ ويكون الفرق هو سماكة طبقة النيوترونات (عمق توضع البروتونات)ΔR لكل من هذه النوى.

تجدر الإشارة هنا إلى أن النوى المقابلة لكل من $even(N_0)$، $odd(N_0)$لكل عنصر هي نواة غير موجودة طبيعياً ولا يمكن إنتاجها صنعياً لأن قيمة النسبة $\frac{N}{Z}$لهذه النوى أدنى بكثير من مجال القيم للنسبة $\frac{N}{Z}$، التي يمكن من أجلها تجميع نوكليونات هذه النوى[9]. ولكن كان التمديد البياني خطوة رياضية فقط للوصول إلى نوى تخيلية ، يتم حساب أنصاف أقطارها لاستخدامها في حساب سماكة طبقة النيوترونات لنوى أثقل موجودة فعلاً .

تم حساب قيم ΔR بالطريقة المشروحة سابقاً لكل من العناصر $Z \geq 92$ وتظهر الجداول (4)و(5)و(6) قيم ΔR،على الترتيب من أجل نظائر العناصر $(_{104}Rf)$ ، $(_{111}Rg)$ ، $(_{99}Es)$وذلك كأمثلة على ما ذكر أعلاه مع العلم أن الحسابات شملت جميع نوى نظائر العناصر $Z \geq 92$.

الجدول (4) : قيمΔR (سماكات الطبقات النيوترونية) لنظائر العنصر $(_{104}Rf)$

N odd	$\Delta R \times 10^{-16} m$
149	4.7965
151	4.9960
153	5.1944
155	5.3918
157	5.5882
159	5.7836

الجدول (5) : قيمΔR (سماكات الطبقات النيوترونية) لنظائر العنصر $(_{111}Rg)$

N odd	$\Delta R \times 10^{-16} m$
161	4.7643
163	4.9544
165	5.1435
167	5.3318
169	5.5192
171	5.7056

الجدول (6) : قيمΔR (سماكاتالطبقات النيوترونية) لنظائر العنصر $(_{99}Es)$

N odd	$\Delta R \times 10^{-16} m$
141	3.8171
143	4.0237
145	4.2292
147	4.4335
149	4.6367
151	4.8388

153	5.0399
155	5.2399
157	5.4388
even	
142	3.3500
144	3.5560
146	3.7608
148	3.9646
150	4.1673
152	4.3689
154	4.5694
156	4.7688
158	4.9673

even	
162	3.7938
164	3.9834
166	4.1721
168	4.3600
170	4.5469
172	4.7329

161	5.9780
163	6.1714
even	
150	3.9963
152	4.1953
154	4.3932
156	4.5901
158	4.7860
160	4.9808
162	5.1747
164	5.3677

حساب القيمة الوسطى للكثافة والعدد الكلي للنيوترونات في طبقة النيوترونات المغلفة للنواة :

تختلف القيمة الوسطى للكثافة النوكليونية من نواة لأخرى ومن موقع لآخر داخل النواة الواحدة ، حيث تتناقص الكثافة بصورة عامة بالاتجاه من مركز النواة نحو سطحها ويكون هذا التناقص منتظم تقريباً من اجل النوى الثقيلة [10] وتبلغ قيمة الكثافة النوكليونية ، على سطح النواة نصف قيمتها في المركز تقريباً . تعطى القيمة الوسطية للكثافة النوكليونية للنواة ${}^{A}_{Z}X$بالعلاقة [11]:

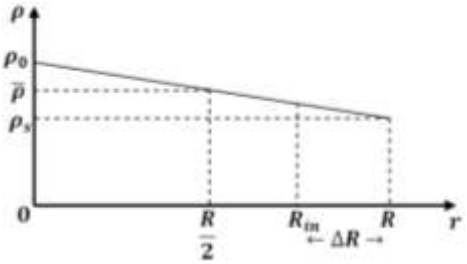
$$\bar{\rho} = \frac{A}{\frac{4}{3}\pi R^3} \qquad (10)$$

حيث R نصف قطر النواة وتحسب قيمته الدقيقة من العلاقة [12]:

$$R = 1.2 \times 10^{-15}(M)^{\frac{1}{3}} \qquad (11)$$

حيث M عدد مجرد (لا واحدة له) يساوي بالقيمة العدد الذي يعطي كتلة النواة بواحدة الكتل الذرية .

يمكن تمثيل الكثافة الموضعية ρ للنوكليونات داخل النواة بتابعية البعد عن مركز النواة ، من أجل النوى الثقيلة [6]، اعتماداً على التناقص المنتظم تقريباً للكثافة بالاتجاه من مركز النواة نحو سطحها ، وكذلك على كون قيمة ρعلى سطح النواة تساوي نصف قيمتها في المركز[13,14]وذلك كما هو موضح في الشكل التخطيطي (5)

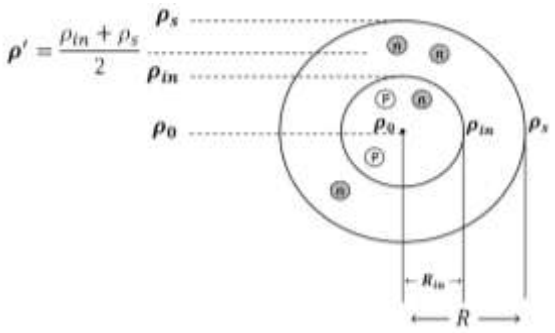


الشكل (5) : الكثافة النوكليونيةρبتابعية r البعد عن مركز النواة

حيث تمثل ρ_0 الكثافة في مركز النواة وتمثل $\bar{\rho}$ الكثافة الوسطى (أي على بعد $\frac{R}{2}$ من مركز النواة) وتمثل ρ_s الكثافة على سطح النواة وتمثل R_{in} نصف قطر النواة R مطروحاً منه ΔRسماكة الطبقة النيوترونية أي أن :

$$R_{in} = R - \Delta R \qquad (12)$$

وبناءً عليه فإن (R_{in}) نصف قطر الكرة الداخلية التي تحوي بروتونات ونيوترونات ويمكن إيضاح ما سبق بالشكل التخطيطي (6) :



الشكل (6) :شكل تخطيطي للنواة

يمكن حساب كل من ρ_0,ρ_s بدلالة $\bar{\rho}$كما يلي :

$$\rho_0 = 2\rho_s$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_0 + \rho_s}{2} \Rightarrow \bar{\rho} = \frac{2\rho_s + \rho_s}{2} = \frac{3\rho_s}{2}$$

$$\Rightarrow \rho_s = \frac{2}{3}\bar{\rho} \qquad (13)$$

$$\rho_0 = 2\rho_s = \frac{4}{3}\bar{\rho} \qquad (14)$$

يمكن اعتماداً على المخطط البياني في الشكل (5) مع إيضاحاته في الشكل (6) وكذلك باستخدام العلاقتين (11) و(12) استنتاج معادلة ρ_{in} (الكثافة النوكليونية على بعد R_{in} من مركز النواة) وذلك كما يلي :

$$\rho_{in} = -\frac{2}{3}\frac{\bar{\rho}.R_{in}}{R} + \frac{4}{3}\bar{\rho} \qquad (15)$$

تعطى الكثافة الوسطى $\overline{\rho'}$داخل الطبقة النيوترونية بحسب الشكل (6) بالعلاقة :

$$\overline{\rho'} = \frac{\rho_{in} + \rho_s}{2} \qquad (16)$$

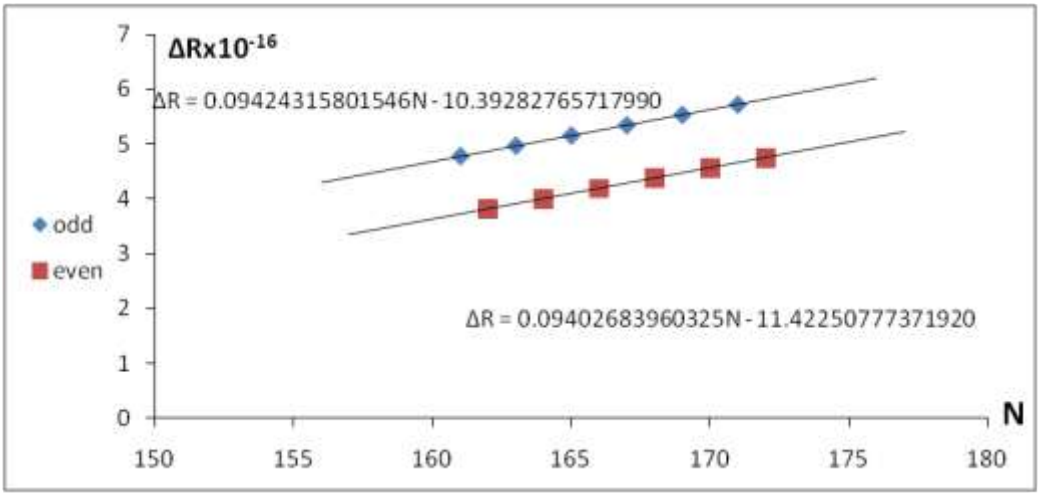
ويعطى بالتالي(η) العدد الكلي للنيوترونات في الطبقة النيوترونية المغلفة للنواة بالعلاقة :

$$\eta = \overline{\rho'}V \qquad (17)$$

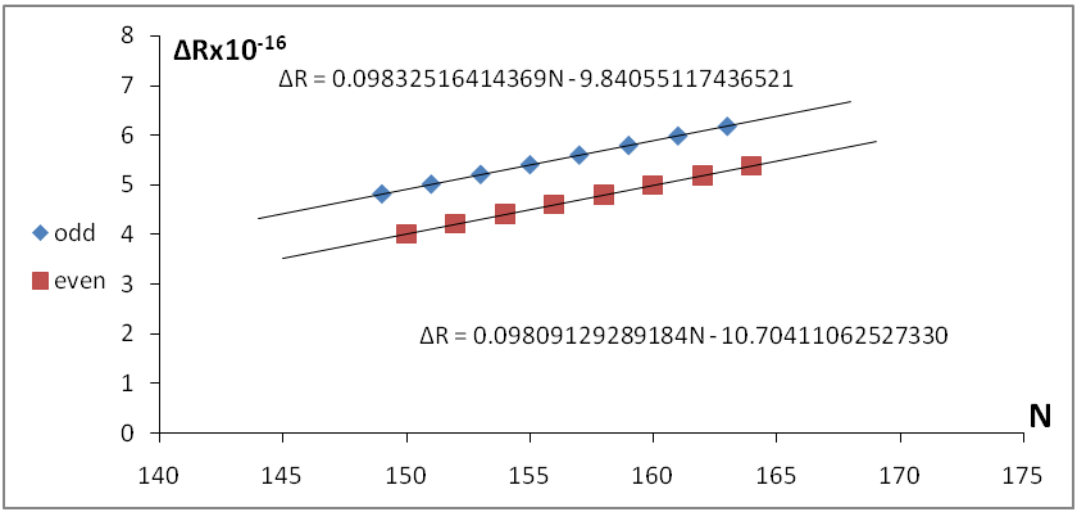
حيث Vحجم الطبقة النيوترونية المغلفة للنواة ، وبحسب الشكل التخطيطي (6) تعطى V بالعلاقة :

$$V = \frac{4}{3}\pi(R^3 - R_{in}^3) \qquad (18)$$

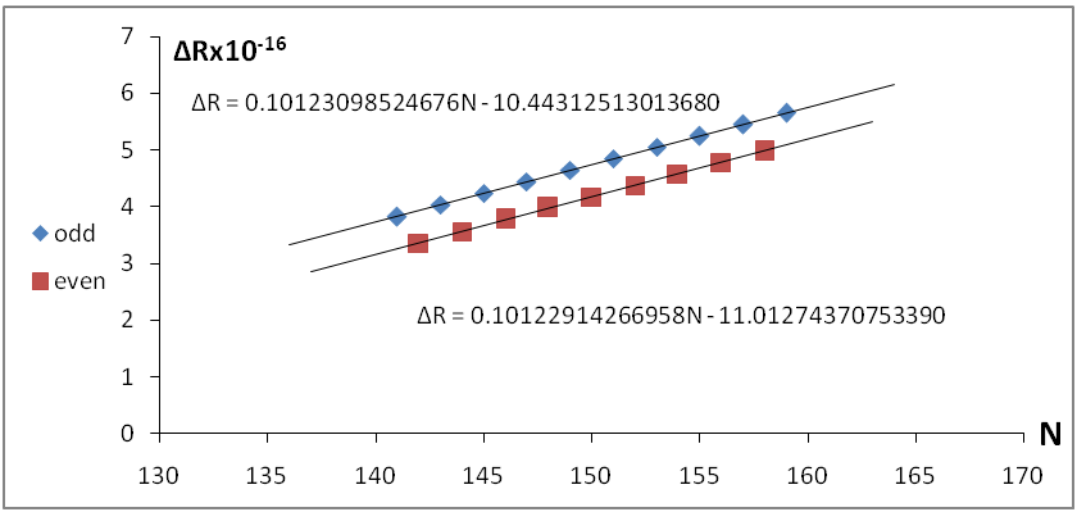
وبحساب كل من R ، R_{in} ، $\bar{\rho}$ ، ρ_{in} ، $\overline{\rho'}$ ، η باستخدام العلاقات (10) ، (11) ،(12)، (14)، (15)، (16) ، (17) ، على الترتيب ، من اجل جميع نظائر العناصر $Z \geq 92$ومن ثم التمثيل البياني لكل من ΔR ، $\overline{\rho'}$ ، η بتابعية N لكل من العناصر $Z \geq 92$ ،تظهر هذه الرسوم وجود علاقتين خطيتين لكل من هذه المتحولات الثلاث بتابعية N ويتضح ذلك من الأمثلة التسعة في الأشكال (7) ، (8) ،(9)، (10)، (11)، (12)، (13) ، (14) ،(15) من أجل نظائر العناصر $(_{104}Rf)$ ، $(_{111}Rg)$ ، $(_{99}Es)$ولكن كما هو موضح في هذه الأشكال التسعة والمعادلتين المرفقتين بكل منها ، فإن معدل التزايد في كل زوج متقابل (زوجي، فردي) مع تزايد N لكل عنصر هو نفسه تقريباً (لكل خطين بيانين مترافقين نفس الميل) لكل من المتحولات الثلاثة ويبقى الاختلاف بينها ، بالتالي ، فقط بالقيمتين الابتدائيتين ، أي من أجل $N = 0$.



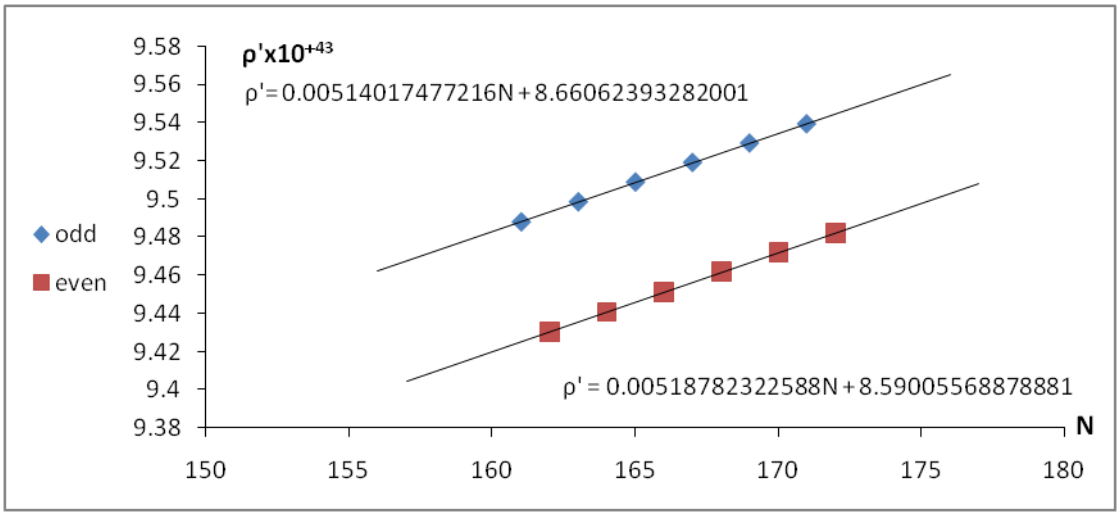
الشكل (7): ΔR سماكة الطبقة النيوترونية المحيطة بتابعية N عدد النيوترونات لنظائر العنصر $(_{111}Rg)$



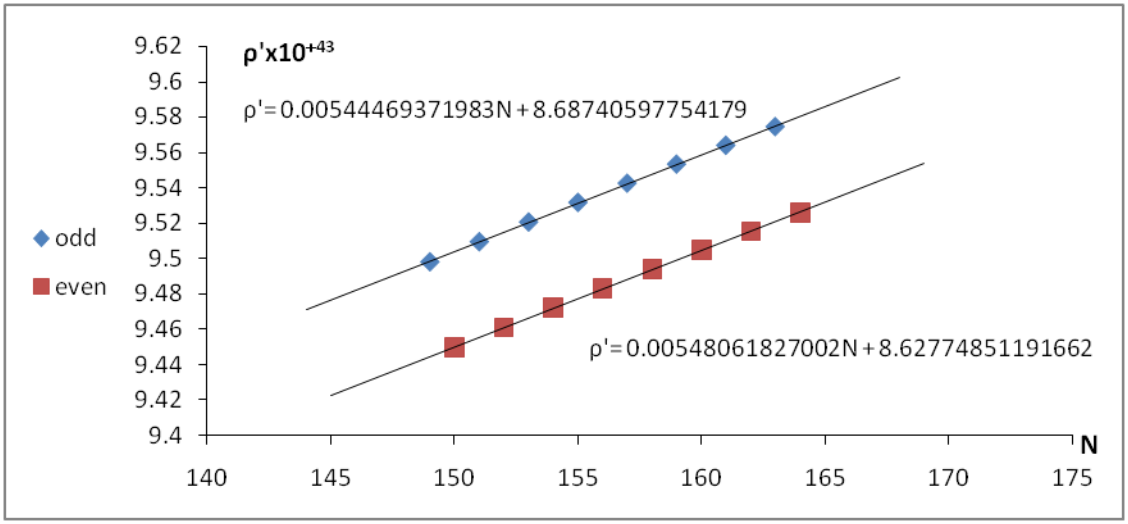
الشكل (8): ΔR سماكة الطبقة النيوترونية المحيطة بتابعية N عدد النيوترونات لنظائر العنصر $(_{104}Rf)$



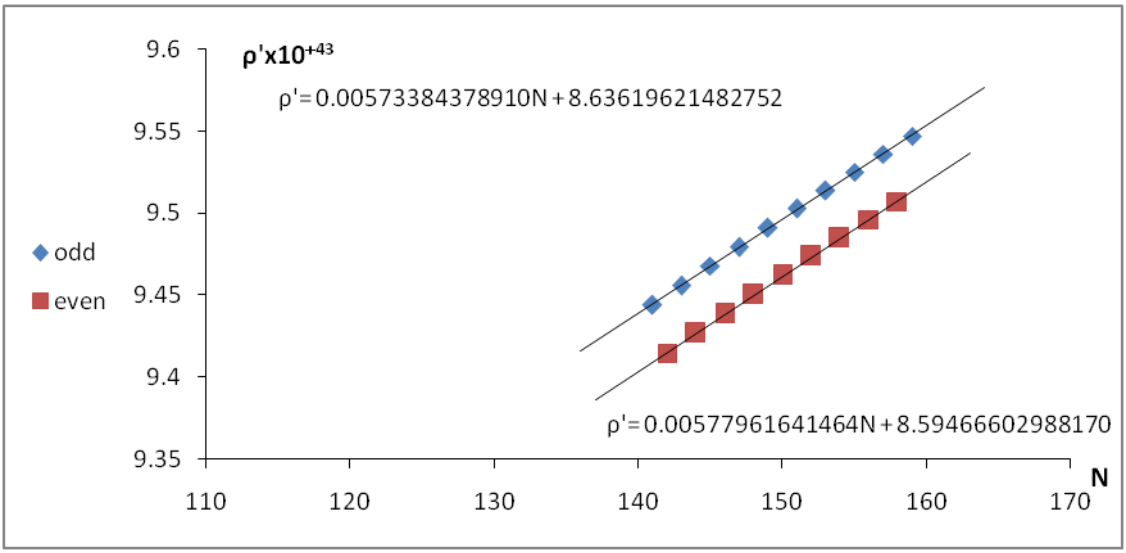
الشكل (9): ΔR سماكة الطبقة النيوترونية المحيطة بتابعية N عدد النيوترونات لنظائر العنصر $(_{99}Es)$



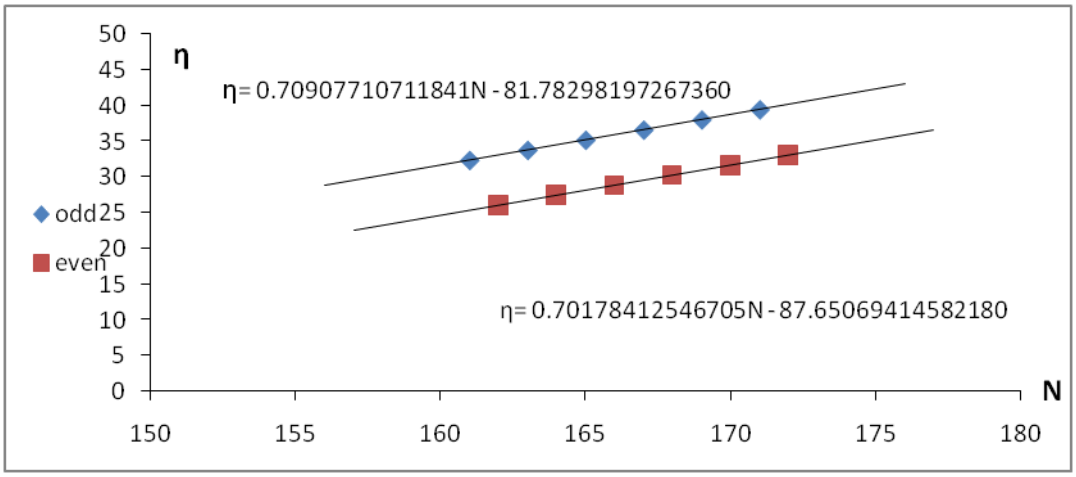
الشكل (10): $\bar{\rho}'$ كثافة النيوترونات في الغلاف النيوتروني المحيط بالنواة بتابعية N عدد النيوترونات لنظائر العنصر $(_{111}Rg)$



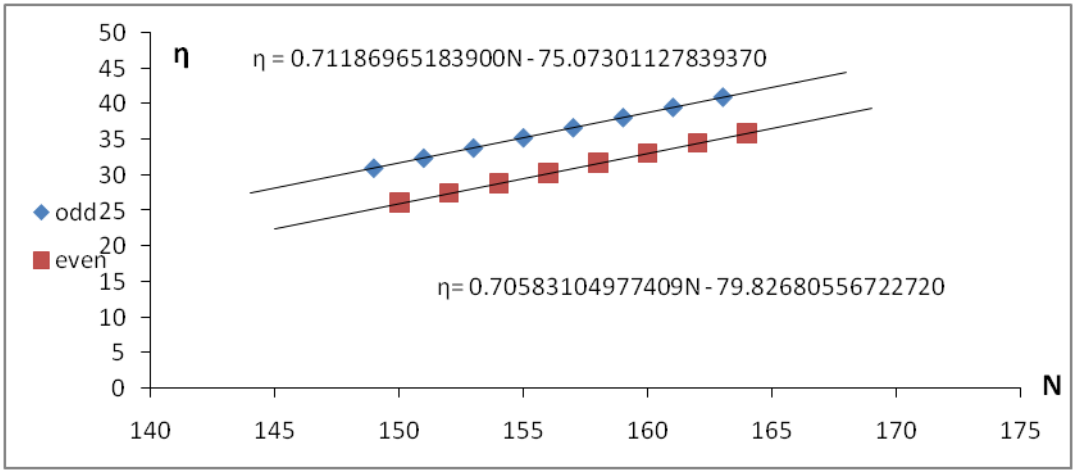
الشكل (11): $\bar{\rho}'$ كثافة النيوترونات في الغلاف النيوتروني المحيط بالنواة بتابعية N عدد النيوترونات لنظائر العنصر $(_{104}Rf)$



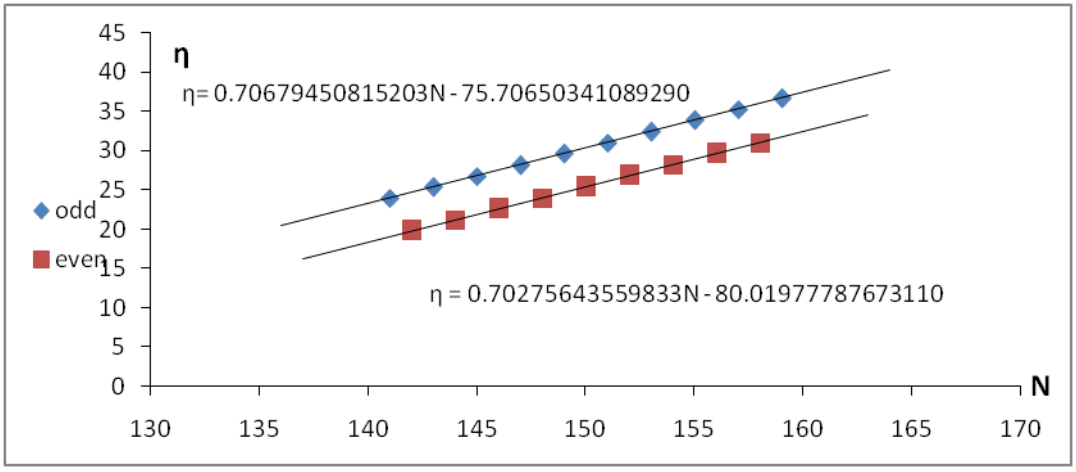
الشكل (12): $\bar{\rho}'$ كثافة النيوترونات في الغلاف النيوتروني المحيط بالنواة بتابعية N عدد النيوترونات لنظائر العنصر $(_{99}Es)$



الشكل (13): η العدد الكلي النيوتروني في الغلاف النيوتروني بتابعية N العدد الكلي للنيوترونات في النواة لنظائر العنصر $(_{111}Rg)$



الشكل (14): η العدد الكلي النيوتروني في الغلاف النيوتروني بتابعيةN العدد الكلي للنيوترونات في النواة لنظائر العنصر $(_{104}Rf)$

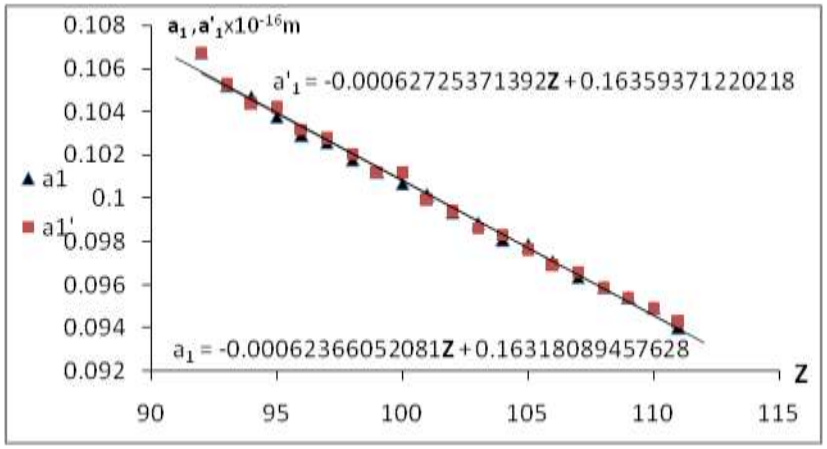


الشكل (15): η العدد الكلي النيوتروني في الغلاف النيوتروني بتابعيةN العدد الكلي للنيوترونات في النواة لنظائر العنصر $(_{99}Es)$

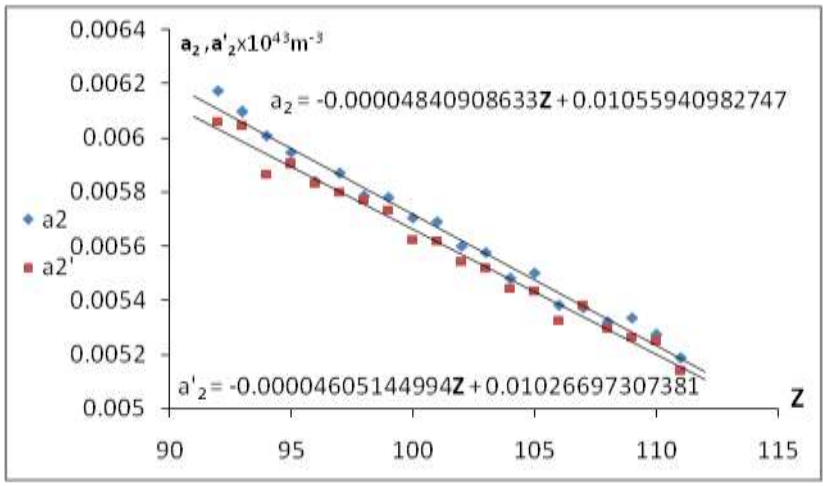
إن كل هذه المتحولات الثلاث يرتبط بـ N وفق علاقتين خطيتين مختلفتين إحداهما من أجل قيم N الزوجية والأخرى من أجل قيم Nالفردية ، وسيرمز لثوابت هذه العلاقات كما يلي :

$$\left.\begin{array}{ll} even\ N \quad \eta = a_3N + b_3\rho' = a_2N + b_2 & \Delta R = a_1N + b_1 \\ odd\ \ N \quad \eta = a_3'N + b_3'\rho' = a_2'N + b_2' & \Delta R = a_1'N + b_1' \end{array}\right\} \quad (19)$$

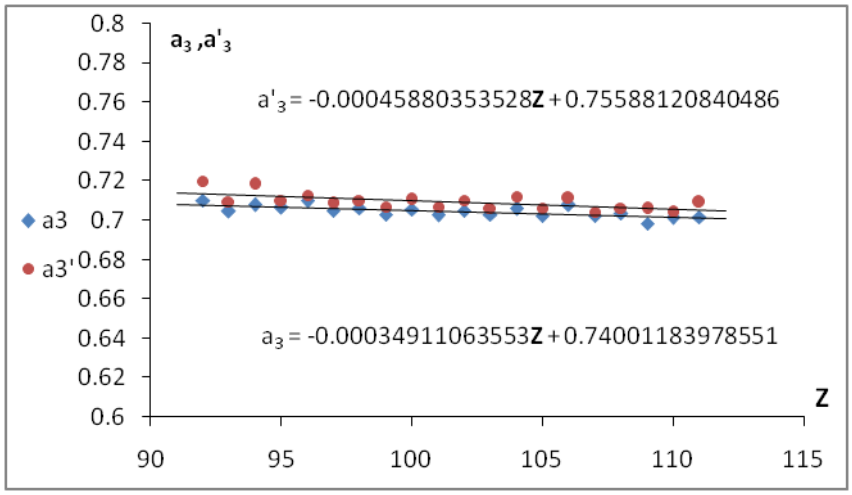
يمكن استنتاج قيم ثوابت المعادلات الخطية (19)من الخطوط البيانية التي تم رسمها من أجل جميع العناصر $Z \geq 92$ ومن ثم إعادة تمثيلها بيانياً بتابعية Zكما في الأشكال (16)و(17)و(18) و(19)و(20)و(21) التي تم رسمها باستخدام برنامج *Excel*:



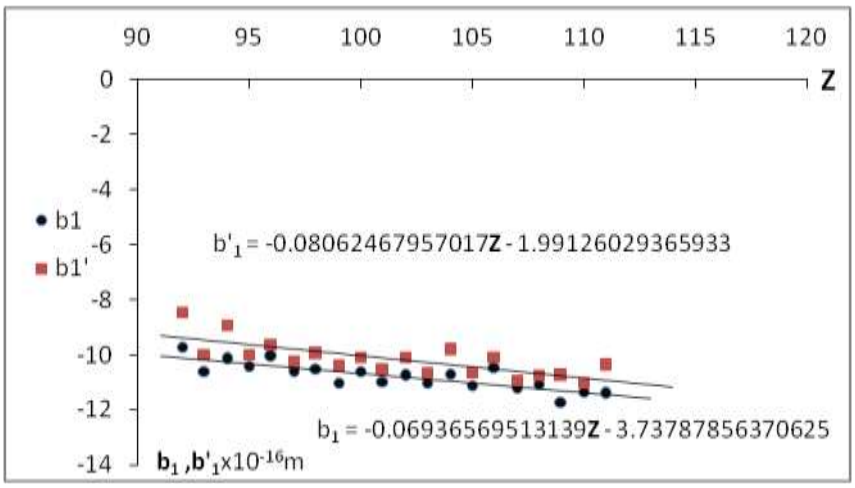
الشكل (16) : الثوابت a_1, a_1' بتابعية Zالعدد الذري للعناصر $Z \geq 92$



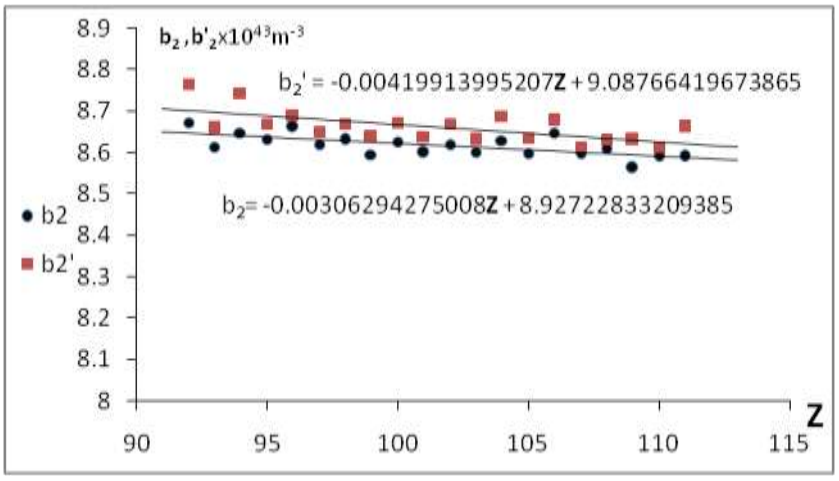
الشكل (17) : الثوابت a_2, a_2' بتابعية Zالعدد الذري للعناصر $Z \geq 92$



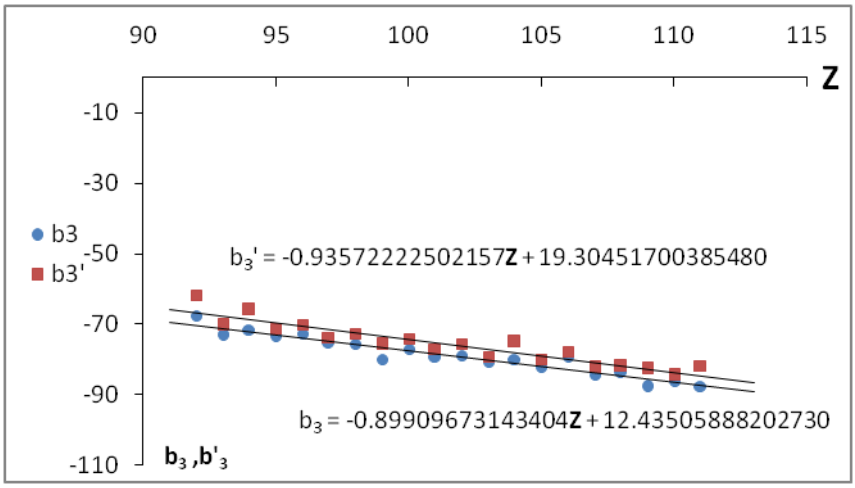
الشكل (18) : الثوابت a_3, a_3' بتابعية Zالعدد الذري للعناصر $Z \geq 92$



الشكل (19) : الثوابت b_1, b_1' بتابعية Zالعدد الذري للعناصر $Z \geq 92$



الشكل (20) : الثوابت b_2, b_2' بتابعية Zالعدد الذري للعناصر $Z \geq 92$



الشكل (21) : الثوابت $\mathbf{b_3}, \mathbf{b'_3}$ بتابعية Zالعدد الذري للعناصر $Z \geq 92$

بالاستفادة من المعادلات (19) والأشكال البيانية (16)و(17)و(18) و(19)و(20)و(21) يمكن كتابة المعادلات العامة التي تربط كل من ΔR ، $\overline{\rho'}$ ، η بكل من N,Z من أجل أي نظير بالشكل :

$$\left.\begin{aligned}
\Delta R_{even} &= (-6.236\times10^{-4}\boldsymbol{Z} + 0.1632)\times10^{-16}\mathrm{N} + (-0.06936\mathbf{Z} - 3.737)\times10^{-16}\\
\Delta R_{odd} &= (-6.272\times10^{-4}\boldsymbol{Z} + 0.1635)\times10^{-16}\mathrm{N} + (-0.08062\mathbf{Z} - 1.991)\times10^{-16}\\
\rho'_{even} &= (-4.841\times10^{-5}\boldsymbol{Z} + 0.01055)\times10^{43}\mathrm{N} + (-3.062\times10^{-3}\mathbf{Z} + 8.927)\times10^{43}\\
\rho'_{odd} &= (-4.605\times10^{-4}\boldsymbol{Z} + 0.01026)\times10^{43}\mathrm{N} + (-4.199\times10^{-3}\mathbf{Z} + 9.087)\times10^{43}\\
\eta_{even} &= (-3.491\times10^{-4}\boldsymbol{Z} + 0.74)\mathrm{N} + (-3.062\times10^{-3}\mathbf{Z} + 8.927)\\
\eta_{odd} &= (-4.588\times10^{-4}\boldsymbol{Z} + 0.7558)\mathrm{N} + (-0.9357\mathbf{Z} + 19.3)
\end{aligned}\right\} \quad (20)$$

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات :

1- تتألف النوى الثقيلة من لب داخلي كروي فيه نيوترونات وبروتونات وغلاف كروي فيه نيوترونات فقط ، ولقد تم في نطاق هذا العمل ، إيجاد طريقة لحساب سماكة هذا الغلاف .

2- ترتبط كل من ΔR سماكة الغلاف النيوتروني المحيط بالنواة ، و $\overline{\rho'}$ الكثافة الوسطى للنيوترونات ضمن هذا الغلاف ، و η العدد الكلي للنيوترونات المتواجدة ضمنه ، ضمن كل عنصر ، بعلاقتين خطيتين متزايدتين ومختلفتين ، إحداهما من أجل قيم N الزوجية والأخرى من أجل قيم N الفردية ويتماثل معدل التزايد (الميل) ضمن كل زوج متقابل من هذه العلاقات .

3- أمكن في نطاق هذا العمل الوصول إلى علاقتين عامتين إحداهما من اجل قيم Nالزوجية ، والأخرى من أجل قيم N الفردية لكل من ΔR ، $\overline{\rho'}$ ، η بتابعية N,Z ، يمكن من خلالها استنتاج قيم أي من المتحولات الثلاث لأي نظير .

التوصيات :

ينصح بمتابعة هذا البحث لمعرفة علاقة متحولات طبقة الغلاف النيوتروني باحتمالية كل من الانشطارين التلقائي والمحرض وكذلك باحتمالية التفككات المختلفة .

المراجع :

[1]-JAGDISH K.TULI: Nuclear Wallet Cards , National Nuclear Data Center ,Bookhaven National Laboratory , New York ,U.S.A,2011 .1-84

[2]-P.E.HADIGSON,E.GADIOLI : Introductory Nuclear Physics, OXFORD science publication New York ,1997 .14-16

[3]-FRANK.J.BLATT: Moder Physics,McGrow-Hill international edition ,physics series,1992 .213

[4]-RAYMOND.A.SERWAY,Physics for scientists and engineers with modern physics,Sounders College Puplishing ,1996.323-327

[5]-HANSC.OHANIAN: Modern Physics , Englewood Cliffs,1997.43-48

[6]–الصايل.أيمن : المعادلة الحركية للنوكليونات كسائل فيرمي داخل النواة ، رسالة ماجستير ، جامعة تشرين،2015 31.

[7]-GRIMSHEL,LEHR.BUCH,der Physik-band.4, Struktur der Materie ,1998.34

[8]–جبيلي.هيثم ،ملحم.جهاد ، تفيحة.أمير : الفيزياء النووية –1 لطلاب السنة الثالثة ، منشورات جامعة تشرين ، 45. 2017

[9]–ميهوب.ريم:التوزيع النكليوني الموافق لحالات الاستقرار والإصدار النووي ، رسالة ماجستير،جامعة تشرين ، 2014

[10]–عباس.مفيد: حسابات ونتائج على النموذج النووي الحديث ،مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلميه، سلسلة العلوم ،مجلد 19 العدد16 – 1997.

[11]-B.M.JAWORSKI,A.A.Detlaf : Taschenbuch ClerPlysik , Akademie Verlag ,Berlin ,1995.76

[12]-D.RUSSELL.HUMPHREYS,2002.2 August .2019.
http://www.icr.org/pubs/imp-352html

[13]-V.M.KOLOMIETZ,S.V.LUKYANOV,O.O.KHUDEND: Institute for Research ,NAS of Ukraine , Nouky 47,03680, Kyiv Ukrain , 2014.48-53

[14]– ك. جلادكوف طاقه الذرة دار مير للطباعة والنشر موسكو1974 (مترجم من الروسية)–332