ميان ابراهيم خليل
فراس الجميلي

توظيف انموذج ظواهري لتوصيف انبعاث جسيمات الفا لنوى زوجية- زوجية ثقيلة

توظيف انموذج ظواهري لتوصيف انبعاث جسيمات الفا لنوى زوجية- زوجية ثقيلة

تضمنت الدراسة اعادة الكرة لانموذج الجسيم المنفرد في توصيف انبعاثات جسيمات الفا للنوى - الزوجية - الزوجية الثقيلة باجراء عملية تحوير بسيطة على نصف قطر النوى الام وصولا الى تحديد العمر النصفي لتلك النوى.وقد تبين بان تغيير نصف قطر النوى 2% سيغير من ثابت الانحلال بمقدار 2-3اضعاف. تم تحديد لوغاريتم العمر النصفي للنوى قيد الدرس بتوضيف انموذج ظواهري تم اعداده من قبل فراس وميان,لتوصيف انبعاث جسيمات الفا الذي يحوي على علاقة شبه تجريبية مبنية على اساس قاعدة كايكر ونوتال اخذ بنظر الاعتبار نسية زيادة عدد النيترونات الذي كان له اثر بالغ على ملائنة النتائج ومقاربتها للقيم العملية , استخدمت عدة نماذج اخرى متداولة لتوصيف الانبعاث وتبين ان انموذجنا يحاكي بقية النماذج ويتقارب معها من حيث نجاحه بتحديد قيم العمر النصفي للنوى المدروسة . استخدمت اجراءات احصائية عديدة لوصف ومقارنة قيم النتائج مع الجانب التجريبي . تم الحصول على معادلات ملائمة تربط مابين القيم النظرية والتجريبية .حددت القدرة الناتجة بوحدة واط/غم وتبين انها تتناسب طرديا بزيادة طاقة جسيمة الفا المنحلة لمعدل ثابت . تم الحصول على معادلات ملائمة من خلال برنامج معد بواسطة برامج ماثلاب وبينت ان هناك توافقات معتوية مابين القيم النظرية والتجريبية.

ميان ابراهيم خليل - مدرسة مساعدة- تدريسية في قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة الموصل .
بكالوريوس علوم فيزياء -جامعة الموصل 2008. ماجستير علوم فيزياء نووية 2017

NOOR PUBLISHING

978-620-2-34505-7

ميان ابراهيم خليل
فراس الجميلي

توظيف انموذج ظواهري لتوصيف انبعاث جسيمات الفا لنوى زوجية- زوجية ثقيلة

ميان ابراهيم خليل
فراس الجميلي

توظيف انموذج ظواهري لتوصيف انبعاث جسيمات الفا لنوى زوجية- زوجية ثقيلة

Noor Publishing

Imprint
Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:
Noor Publishing
is a trademark of
International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page
ISBN: 978-620-2-34505-7

Copyright © ميان ابراهيم خليل, فراس الجميلي
Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
All rights reserved. Beau Bassin 2018

الملخص

تضمنت هذه الدراسة تحديد لوغاريتم الأعمار النصفية للنوى الزوجية – الزوجية الثقيلة التي تمتلك أعداداً ذرية محصورة ما بين $102 \leq Z \leq 82$ من خلال اعادة الكرّة (revisited) لانموذج الجسيم الواحد المقترح من كروني وكوندن وكامو عام 1928 المبني على أساس تشكّل جسيمة ألفا في النواة الأم قبل انحلالها نفقياً، مع إجراء عملية تحوير بسيطة على نصف قطر النواة التي احتوت على مجموع الأعداد الكتلية للنواة الوليدة وجسيمة ألفا وذلك من خلال اعتمادنا على نصف قطر النواة الأم فقط ($1.4A^{1/3}$) ومن خلال الاعتماد على العدد الكتلي للنواة الوليدة مع إضافة عامل تصحيح ($1.08A_d^{1/3}+2$) وتبين بأن تغيير نصف قطر النواة (2%) سيغير من قيمة ثابت الانحلال بمقدار (2-3) أضعاف مما سينعكس على لوغاريتم العمر النصفي للنواة بشكل كبير فضلاً عن التناسب العكسي ما بين نصف قطر النواة وارتفاع حاجز الجهد. كما تم تحديد لوغاريتم العمر النصفي للنوى قيد الدرس من خلال عدد من النماذج المتداولة التابعة لدراسات أخرى كأنموذج وابسترا (W.M) وأنموذج تاجيبيرا ونورميا (T.N.M) وأنموذج كيلر ومونزل (K.M.M) وانموذج هورنشج (H.M) وانموذج كورا (K.M) وأنموذج روير (R.M) فضلا عن أنموذج فراس وميان (F.M.M) من قبلنا الذي يحوي على علاقة شبه تجريبية مبنية على أساس قاعدة كايكر ونوتال فضلا عن بعض المعاملات التي تضمنها أنموذج الجسيم الواحد كنصف قطر النواة المتمثل بـ ($1.08A_d^{1/3}+2$) والعدد الذري للنواة الوليدة Z_{d} وبثوابت ملائمة تم التوصل اليها من خلال عملية الخطأ والصواب كما يحوي الانموذج على حد متمثل بنسبة زيادة النيوترونات ($\frac{N-Z_P}{\mathrm{A}}$) الذي كان له الاثر البالغ في ملاءمة لوغاريتم عمر النصف ومقاربته للقيم العملية. تمت عملية مقارنة أنموذج فراس وميان مع بقية النماذج المتداولة اعتماداً على الإجراءات الإحصائية التي قمنا بحسابها كالانحراف عن معدل مربع الجذر التربيعي (rmsd) والانحراف المعياري (σ) ومعامل التوافق الى جانب العلاقة مابين نسبة لوغاريتم العمر النصفي النظري الى العملي وتبين من خلال تلك القيم إمكانية استخدام أنموذج فراس وميان في توصيف نظرية انبعاث ألفا وتحديد لوغاريتم العمر النصفي للنوى المدروسة بشكل يتقارب مع القيم العملية. كما تبين بأن جميع النماذج المتداولة يمكن استخدامها في تحديد لوغاريتم العمر النصفي للنوى المدروسة. أظهرت النتائج أن لوغاريتم العمر النصفي يزداد مع زيادة عدد النيوترونات (N) للنوى جميعها عدا التي تمتلك أعداد سحرية في عددها الذري (Z) أو عددها النيوتروني (N) أو كليهما، كما بينت الدراسة بان زيادة عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات كنواة الرصاص $^{208}_{82}Pb_{126}$ (التي تمتلك أعداداً سحرية مزدوجة) له تأثير في خواص انحلال ألفا. أشارت النتائج بشكل عام الى أن القوى الباعثة لجسيمات ألفا بطاقات انحلال كبيرة تكون ذات أعمار نصفية قصيرة. تم الحصول على معادلات ملائمة تربط ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنماذج جميعها. وفي إطار تطبيقات انحلال جسيمات ألفا في التكنولوجيا أظهرت النتائج بأن القدرة الناتجة لوحدة الكتلة($\frac{watt}{\mathrm{gm}}$) تزداد طرديا بزيادة طاقة جسيمة ألفا المنحلة بمعدل ثابت. تم الحصول على معادلات ملاءمة تربط ما بين القيم التجريبية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنماذج جميعها.

المحتويات

عنوان الفقرة		
الملخص		
المحتويات		
قائمة الأشكال		
قائمة الجداول		
قائمة الرموز		
البند	**الفصل الأول (مقدمة تاريخية)**	**الصفحة**
1-1	مقدمة تاريخية	1
1-2	الأعمال السابقة	**4**
1-3	الهدف من الدراسة	**7**
البند	**الفصل الثاني (مفاهيم نظرية)**	**الصفحة**
2-1	عدم استقرارية النوى الكبيرة	**9**
2-2	عمر النصف لانحلال ألفا	**10**
2-3	النشاط الاشعاعي	**11**
2-3-1	سلاسل النشاط الإشعاعي	**11**
2-4	تطبيقات انحلال ألفا	**14**
البند	**الفصل الثالث (وصف النماذج المتداولة والانموذج المقترح)**	**الصفحة**
3-1	أنموذج الجسيم الواحد ونظرية انبعاث جسيمة ألفا	**17**
3-2	تحويرات أنموذج الجسيم الواحد	**21**
3-3	أنموذج وابسترا (W.M)	**21**
3-4	أنموذج تاجيبيرا ونورميا (T.N.M)	**22**
3-5	أنموذج كيلر ومونزل (K.M.M)	**22**
3-6	أنموذج هورنشج (H.M)	**22**
3-7	أنموذج كورا (K.M)	**23**
3-8	أنموذج روير (R.M)	**23**
3-9	انموذج فراس وميان (F.M.M)	**24**
3-10	تحديد الانحراف عن معدل الجذر التربيعي والانحراف المعياري ومعامل التوافق للنماذج المتداولة وانموذج فراس وميان	**23**
3-11	منحنيات المعايرة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنوى المدروسة	**25**
3-12	تحديد القدرة الناتجة عن انحلال جسيمات ألفا	**25**
البند	**الفصل الرابع (النتائج والمناقشة)**	**الصفحة**
4-1	تحديد لوغاريتم عمر النصف للنماذج المتداولة وانموذج فراس وميان	**27**
4-2	حسابات الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (rmsd) والانحراف المعياري (σ)	**28**
4-3	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات	**29**

4-4	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال الفا	**33**
4-5	علاقة معامل التوافق بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي مع العدد الذري للنوى	**37**
4-6	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع نسبة زيادة النيوترونات $\left(\frac{N-Z_p}{A}\right)$	**41**
4-7	علاقة النسبة بين لوغاريتم عمر النصف النظري إلى العملي مع العدد الكتلي للنوى قيد الدرس طبقاً لانموذج فراس وميان (F.M.M)	**42**
4-8	منحنيات المعايرة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنوى المدروسة	**43**
4-9	علاقة القدرة الناتجة طبقاً لطاقة جسيمات ألفا المنحلة	**47**
4-10	الاستنتاجات	**49**
4-11	المقترحات	**50**
المصادر		
الملاحـــــق		

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(1-1)	نوع من الانحلال العنقودي	4
(2-1)	استقرار النوى الكبيرة	9
(2-2)	انحلال ألفا	10
(2-3)	سلسلة الثوريوم	12
(2-4)	سلسلة النبتونيوم	12
(2-5)	سلسلة اليورانيوم	13
(2-6)	سلسلة الاكتينيوم	13
(3-1)	نظرية انبعاث جسيمات ألفا	17
(3-2)	مخطط لأنموذج النفق لانحلال ألفا	18
(4-1)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_1$)	29
(4-2)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_2$)	29
(4-3)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_3$)	30
(4-4)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (W.M)	30
(4-5)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (T.N.M)	30
(4-6)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M.M)	31
(4-7)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (H.M)	31
(4-8)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M)	31
(4-9)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (R.M)	32
(4-10)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M)	32
(4-11)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_1$)	33
(4-12)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_2$)	34
(4-13)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_3$)	34
(4-14)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (W.M)	34

(4-15)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (T.N.M)	**35**
(4-16)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M.M)	**35**
(4-17)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (H.M)	**35**
(4-18)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M)	**36**
(4-19)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (R.M)	**36**
(4-20)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M)	**36**
(4-21)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_1$)	**37**
(4-22)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_2$)	**38**
(4-23)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_3$)	**38**
(4-24)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (W.M)	**38**
(4-25)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (T.N.M)	**39**
(4-26)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M.M)	**39**
(4-27)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (H.M)	**39**
(4-28)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M)	**40**
(4-29)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (R.M)	**40**
(4-30)	علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M)	**40**
(4-31)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع نسبة زيادة النيوترونات $\left(\frac{N-Z_p}{A}\right)$ للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M) وللنوى ضمن المدى $82 \leq Z \leq 90$	**41**
(4-32)	علاقة لوغاريتم عمر النصف مع نسبة زيادة النيوترونات $\left(\frac{N-Z_p}{A}\right)$ للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M)وللنوى ضمن المدى $92 \leq Z \leq 102$	**42**
(4-33)	علاقة النسبة بين لوغاريتم عمر النصف النظري الى العملي مع العدد الكتلي A	**43**

(4-34)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج ($O.B.M_1$)	**44**
(4-35)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج ($O.B.M_2$)	**44**
(4-36)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج ($O.B.M_3$)	**44**
(4-37)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (W.M)	**45**
(4-38)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (T.N.M)	**45**
(4-39)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (K.M.M)	**45**
(4-40)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (R.M)	**46**
(4-41)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (K.M)	**46**
(4-42)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (F.M.M)	**46**
(4-43)	علاقة لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري حسب أنموذج (H.M)	**47**
(4-44)	علاقة لوغاريتم القدرة بوحدات ($\frac{watt}{gm}$) مع طاقة انحلال جسيمات ألفا بوحدات (MeV)	**48**

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
(4-1)	قيم الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (rmsd) وقيم الانحراف المعياري (σ) للنماذج جميعها	**28**
(4-2)	منحنيات المعايرة	**43**

قائمة الرموز

الرمز	التفاصيل
Z_p	العدد الذري للنواة الأم
Z_d	العدد الذري للنواة الوليدة
A	العدد الكتلي
Q_α	طاقة جسيمة ألفا
T	عمر النصف لانحلال ألفا
N	عدد النيوترونات
WKB	تقريب (Wentezel ,Kramera and Brillouin)
ρ	التوزيع الشحني للنواة
HF	عامل الإعاقة
LDM	أنموذج قطرة السائل
CPPM	أنموذج كولوم وتقريب الجهد
DDM_3Y	أنموذج تأثير التفاعل المعتمد على الكثافة
VSS	صيغة Viola ,Seaborg ,Sobiczewski
DDCM	أنموذج العنقود المعتمد على الكثافة
LWM	طريقة تحديد الأوزان الإحصائية
rmsd	الانحراف عن معدل مربع الجذر التربيعي
σ	الانحراف المعياري
A.F	معامل التوافق
$\bar{\upsilon}$	ضديد النيترينو
β^-	انحلال بيتا السالب
λ	ثابت الانحلال
W	وزن النظير
N_{av}	عدد افوكادرو
RBS	جهاز مطيافية استطارة رذرفورد
ΔT	الطاقة المنتقلة من جسيمة ألفا إلى الهدف
β^+	انحلال بيتا الموجب
R	نصف قطر النواة
F	احتمالية الانحلال في وحدة الزمن
P	احتمالية اختراق حاجز الجهد
υ	سرعة جسيمة ألفا
A_d	العدد الكتلي للنواة الوليدة

A_{α}	العدد الكتلي لجسيمة ألفا
K	العدد الموجي داخل حاجز الجهد
B	ارتفاع حاجز الجهد الكولومي
G	معامل كامو
$\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$	نسبة زيادة النيوترونات
$(O.B.M_1)$	أنموذج الجسيم الواحد
(W.M)	أنموذج وابسترا
(T.N.M)	أنموذج تاجيبيرا ونورميا
(K.M.M)	أنموذج كيلر ومونزل
(H.M)	أنموذج هورنشج
(K.M)	أنموذج كورا
(R.M)	أنموذج روير
(F.M.M)	أنموذج فراس وميان
P	القدرة

الفصل الأول

المقدمة

الفصل الأول

1-1 مقدمة تاريخية: Historical Preface

اسهمت دراسة العناصر المشعة وتطبيقاتها بوصفها مصادر للطاقة العالية مثل نواة الهيليوم والالكترونات في تطوير فيزياء الكم.

منحت جائزة نوبل الأولى في الفيزياء في عام 1901إلى ويليام رونتكن لاكتشافه في 8 نوفمبر 1895أشعة الاختراق (x-ray). خلال دراسته للزجاج المتفلور من أنبوبة الأشعة الكاثودية (Lawson,1999).

في أوائل عام 1896 في باريس، كان عالم الطبيعة الفرنسي هنري بيكريل، يجري تجاربه على عدد من المواد الفسفورية (وهي المواد التي تتوهج لبرهة بعد تعريضها لضوء الشمس أو أي مصدر لإشعاعات ضوئية).وبعد عدة تجارب اكتشف العالم نفسه شيئا أكثر غرابة، فقد لاحظ أن ملح اليورانيوم يمكن أن يطلق إشعاعاً له قوة نفاذ اشد في حالة عدم تعريضه لضوء الشمس، أي انه يطلق الإشعاع من تلقاء نفسه (مايرهوف،1982).

بعد ذلك وفي عام 1898 بدأت ماري كوري دراستها في النشاط الإشعاعي مع زوجها بيير كوري، إذ اكتشفت أن عنصر الثوريوم يطلق مثل اليورانيوم إشعاعاًدون أن يتطلب تعريضه لأي مصدر طاقة آخر. وكان هذا دليلاً على إن هذا النشاط ليس صفة اليورانيوم بمفرده وقد أطلق على هذا النشاط تسمية (النشاط الإشعاعي). إذ كانت ماري كوري الأولى التي أعطت الإشعاع هذا الاسم.

أعلن رذرفورد عام1899 أن الإشعاعات المؤينة تشمل على الأقل اثنين من أنواع الإشعاع بالاعتماد على الطاقة وأطلق رذرفورد اسم أشعة ألفا على الإشعاع ذي الطاقة الواطئة، وأشعة بيتا على الإشعاع ذي الطاقة العالية (Rutherford,1899).

شاهدت مدام كوري فيما بعد بأن أشعة ألفا تختلف عن أشعة رونتكن حيث تكون ذات طاقة اقل في عبور المواد لذلك اقترحت عام 1900 بأن أشعة ألفا كانت عبارة عن جسيمات ثقيلة.عززت هذه النتيجة أولا بعمل ستروت Strutt عام 1901 و Crookes عام 1902 في إنتاج التأين في الغازات. وظهر أخيراً بشكل واضح من رذرفورد عام 1903 من خلال قياسات الانحراف لأشعة ألفا في المجالات المغناطيسية والكهربائية. إذ استنتج Strutt في1901 بأن تلك الأشعة تكون مشحونة بشحنة موجبة وسريعة (Lawson,1999).

إن نسبة الشحنة إلى الكتلة لأشعة ألفا قيست من خلال انحرافها في المجال المغناطيسي، وفي ذلك الحين اكتشفت أشعة القناة "Canal rays" عام 1886 من Gold stein.

وهي عبارة عن جسيمات موجبة تنبعث خلال الفجوات في القطب السالب من أنبوب التفريغ الغازي وتعجل بواسطة فولتية عالية. ومن خلال قياس نسب الشحنة الى الكتلة اقترحت ماري كوري عام 1903 بأن كتلة جسيمات ألفا لها نفس المقدار لذرة هيدروجين واحدة. بعد ذلك علق رذرفورد بأن جسيمة ألفا تتضمن مادة معروفة هي أما ذرة هيدروجين أو ذرة هيليوم(Lawson,1999).

حققت فرضية الهيليوم من Soddy و Ramsay بوساطة الحصول على خطوط الطيف للهيليوم من الغاز المنتج بوساطة مركب الراديوم(Ramsy & Soddy,1903).

إن تجارب انحراف الجسيمات المشحونة في المجالات الكهرومغناطيسية (خصوصاً ماكينزي Mackenzie) بينت بأن النوى الباعثة لجسيمات ألفا تؤدي إلى إنتاج خليط متجانس من مجاميع جسيمات ألفا، كل مجموعة لها سرع مختلفة(Mackenzie, 1905).

بينت مدام كوري بعد ذلك بأن جسيمات ألفا المنبعثة من مصدر بولونيوم رقيق لديها مدى محدد ,Curie (1900).

وبين العالم براك Bragg أن العمل الذي قامت به مدام كوري يؤسس مفهوماً جديداً لإحدى مميزات جسيمات ألفا وهو المدى أو معدل المدى الذي يعتمد على طاقة جسيمة ألفا المنبعثة. وقد حدد العالم رذرفورد عام 1907 العلاقة بين مدى جسيمات ألفا والعمر النصفي. وقد لاحظ العالمان كايكر ونوتال عام (1911) العلاقة المنتظمة التي تربط لوغاريتم ثابت الانحلال مع لوغاريتم المدى (Mladjenovic , 1992).

قدم رذرفورد مفهوم النواة للذرة على أنها مركز للكتلة وتمتلك شحنة موجبة عام 1911 كان هذا بسبب تجارب استطارة أشعة ألفا التي بينت بأن رقائق الذهب يمكن أن تعكس أشعة ألفا (Rutherford , 1911).

وبالاستناد الى فكرة رذرفورد بنى العالم بور أنموذجاً ذرياً مشهوراً سمي بإنموذج بور عام 1913 (Bohr, 1913).

وبعد تطور ميكانيك الكم، استطاع العلماء Gamow و Gurney و Condon عام 1928 تفسير نظرية انبعاث جسيمات ألفا التي بإمكانها اختراق منطقة ذات جهد اعلى من طاقتها الحركية. وبذلك تمكنوا من حل اللغز الذي حير العلماء في حينها فيما يتعلق بكيفية قدرة جسيمة ألفا على مغادرة النوى الثقيلة. وحصلا على توافقات جيدة لاعتمادية ثابت الانحلال على طاقة الانحلال الذي يوضح الميزة الرئيسة لعلاقة كايكر- نوتال (Wong, 1990).

وبعد ذلك نجحت كوري في اكتشاف (البولونيوم) وكانت تسميته نسبة إلى بولندا الدولة التي ولدت فيها ماري كوري. وتلا ذلك نجاحها مع زوجها في فصل المادة المشعة(الراديوم) من خاماته.

وشاهدت بان فعالية الراديوم لكل غرام أكثر بمليون مرة من اليورانيوم وقد اثبت الراديوم انه عظيم النفع في البحث العلمي لدراسة طبيعة الذرات، وفي المجال الطبي، لعلاج مرض السرطان(مايرهوف، 1982).

ودُرِسَ انحلال ألفا في العقود الأخيرة على نطاق واسع من الخمسينات إلى الستينات من القرن الحالي، بعد ذلك كان هناك استقرار قليل في مجال نظرية انحلال ألفا حتى مدة قريبة. أصبح هذا المجال مستهلك الأغراض بسبب أن اغلب الأشياء التي يمكن أن تقاس أو تحسب بأجهزة تلك المدة كانت قد أنجزت.

وللتقدم التكنولوجي الحاصل في وقتنا الراهن ولكمية البيانات المتراكمة فضلاً عن استكشاف عناصر جديدة تمتلك $Z > 92$ (عناصر الاكتينات التي تقع بعد اليورانيوم) فقد اصبح من الضروري العودة لنظريات انحلال ألفا واستكشاف نماذج وصيغ شبه تجريبية تحكم تلك الانحلالات للوصول إلى أعمار أنصاف النوى المكتشفة ومقارنتها مع القيم التجريبية.

تناولت نظريات انحلال ألفا في العقود الأخيرة التركيب الدقيق (Fine Structure) الذي يتضمن حالات متهيجة في نوى الرصاص $_{82}Pb$ وفي النوى شبه الاهتزازية، فضلاً عن العناصر الثقيلة التي يطلق عليها الباعثة لجسيمات ألفا (Peltonen,2009).

وسنتطرق الى عدد من التعاريف والمصطلحات التي لها صلة وثيقة فيما يخص نظرية انبعاث الفا الى جانب النماذج التي وصفت ذلك الانبعاث.

تقريبWKB: (Wentzel ,Kramers and Brillouin) يستعمل هذا التقريب للحصول على حل لمعادلة شرودنكر التفاضلية ببعد واحد غير المعتمدة على الزمن، وفي هذه الحالة تكون التطبيقات الرئيسة لمعادلة شرودنكر هي حساب طاقات الترابط ونسبة العبور النقي خلال حواجز الجهد (Chowdhury *et al*., 2006).

الأنموذج المايكروسكوبيMicroscopic Model: يتم التعامل مع مشكلة وجود نظام نووي متعدد النيكلونات والجسيمات من خلال البدء مع تفاعل جسيمين أو ثلاثة جسيمات، وبذلك يكون من الممكن الوصول إلى الخواص الجماعية للنظام بسهولة من خلال إجراء عملية التكامل المبنية على خواص النيكلونات المنفردة (Peltonen, 2009).

الأنموذج الماكروسكوبيMacroscopic Model: يتضمن هذا الأنموذج معاملة النيكلونات والجسيمات ليس على أساس أنها جسيمات منفردة بل على أنها ككتلة متماسكة تمتلك خواص جماعية كخواص الكثافة النووية والتوزيع الشحني للنواة (ρ) (Peltonen, 2009).

عامل الاعاقة Hindrance factor HF: يحدث انحلال جسيمات ألفا عن طريق مرحلتين إذ تتضمن المرحلة الأولى حدوث الانحلال قبل التشكيل (قبل تشكيل جسيمة ألفا داخل النواة)والمرحلة الثانية هي اختراق حاجز الجهد الذي يعيق انحلال جسيمة ألفا كلاسيكيا. يُعَبَر عن انحلال ألفا قبل التشكيل في عدد من النماذج النووية البسيطة على انه تردد إخراجKnocking frequency أو ما يسمى بتردد الضربة (Peltonen, 2009).

أنموذج قطرة السائل (LDM Liquid Drop Model): درس الباحثان Wheeler&Bohr في عام 1939 عملية الانشطار النووي بالاعتماد على أنموذج قطرة السائل الذي يعالج النواة كقطرة سائل مشحونة بدون أي تركيب ،وان الشد السطحي للقطرة اكبر من قوة التنافر الكولومي بين النيكلونات بسبب البروتونات، ووجود ارتفاع حاجز الجهد كعامل إعاقة حيث يحاول منع النواة من الانشطار وان ذلك الحاجز يقترب من قيمة الصفر عندما يكون العدد الذري $Z \geq 10$ (Chowdhury *et al*., 2006).

أنموذج كولوم وتقريب الجهد Coloumb and Proximity Potential Model(CPPM):
تؤخذ طاقة حاجز الجهد في هذا الأنموذج كمجموع لجهد كولوم والجهد المقرب والجهد الطارد المركزي، ويقلل الجهد المقرب من قيمة ارتفاع حاجز الجهد، واستخدم هذا الجهد لأول مرة من Shi و Swiateck (Santhosh & Biju, 2013).

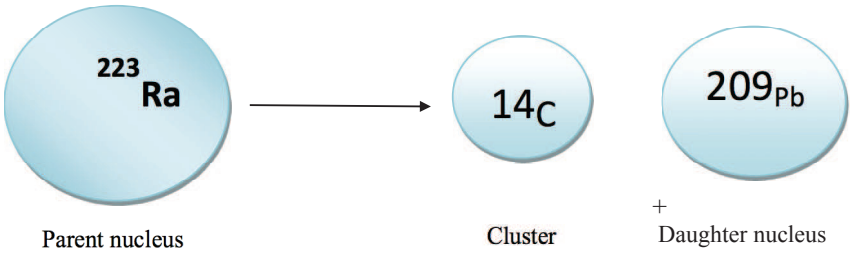
أنموذج تأثير التفاعل المعتمد على الكثافة(DDM_3Y):

Density-Dependent M_3Y effectiveInteraction:

يعد هذا الأنموذج من النماذج التي تستخدم تفاعل نيكلون- نيكلون في نظرية التفاعل النووي وكذلك تسمى تأثير التفاعل المعتمد على الكثافة، حيث تضبط مركبات هذا التفاعل باستعمال شروط يوكاوا الثلاثة لذلك ترقم M_3 أي تأثير ميشيغان لتمييزه عن بقية التفاعلات المشابهة (Brandan & Satcher, 1997).

صيغة (VSS Viola ،Seaborg ،Sobiczewski formula): قام هؤلاء الباحثون في عام 1986 بتعميم قانون كايكر – نوتال مع اضافة ثوابت قابلة للتعديل لغرض ايجاد علاقة جديدة حول لوغاريتم عمر النصف وطاقة انحلال ألفا والعدد الذري للنواة الأم. إذ عرفت هذه العلاقة بصيغة Viola-Seaborg-Sobiczewski (Dong & Ren,2005).

النشاط الإشعاعي العنقودي Cluster radioactivity : جَذب النشاط الإشعاعي العنقودي الفيزياويين العاملين في المجال النووي منذ عام 1980عندما توقع عدد من الباحثين ان هناك إمكانية تكوّن عناقيد من النيكلونات في النوى الثقيلة التي لها القابلية على الانبعاث التلقائي غير المصحوب بنيوترون، وكان الباحثان (Rose & Jones) في عام 1984 أول من لاحظ الانحلال العنقودي من خلال انبعاث ^{14}C من نواة ^{223}Ra مع النواة الوليدة $^{209}_{82}Pb$.تلا ذلك العديد من الإشعاعات العنقودية تم الكشف عنها. ومن الجدير بالذكر ان كل العناقيد تكون زوجية –زوجية ماعدا ^{23}F.وان العنقود الأثقل المكتشف حتى الآن هو ^{23}Si. لوحظ بأن الانحلالات ذوات النشاط الإشعاعي العنقودي تتكون في النوى التي تمتلك ($A > 220$) كما تبين في احدى الانحلالات تكّون عنقود حول النواة الوليدة المتمثلة بـ $^{208}_{82}Pb$ التي تمتلك اعداداً سحرية مزدوجة (Z=82) و (N=126) يوضح الشكل (1-1) نوع من الانحلال العنقودي (Girija & Joseph, 2013).



الشكل (1-1) نوع من الانحلال العنقودي(Girija & Joseph,2013)

1-2 الأعمال السابقة:

هناك العديد من الدراسات التي اعتنت بعملية حساب أعمار أنصاف النوى الباعثة لجسيمات ألفا.

اقترح الباحثان (Keller & Munzel,1972) صيغة شبه تجريبية لحساب أعمار انصاف النوى الباعثة لجسيمات ألفا، إذ تحتوي هذه الصيغة على ثابت يتغير حسب طبيعة ونوع النوى المستخدمة فضلاً عن استخدام قيم العدد الذري للنواة الوليدة. وتوصلا إلى توافق جيد مع القيم العملية للعمر النصفي.

توصل (Hornshoj *et al.*,1974) إلى صيغة متطورة لحساب أعمار أنصاف انحلال النوى الباعثة لجسيمات ألفا إذ تحوي هذه الصيغة على متغيرات تتغير وفقا لنوع النواة وتعتمد بالأساس على العدد الذري والكتلي للنواة الوليدة. وكان هناك توافق مقبول بين القيم النظرية والعملية.

قدر الباحث (Royer ,2000) الأعمار النصفية للنوى الزوجية -الزوجية الباعثة لجسيمات ألفا من خلال احتمالية اختراق حاجز الجهد في إطار تقريب (WKB) بالنسبة للانشطار التلقائي اللامتناظر باستخدام قيم طاقات ألفا (Q_α) العملية ضمن أنموذج قطرة السائل واستنتج الباحث بأن هناك تطابقاً معقولاً بين القيم النظرية والعملية.

درس الباحث(Koura, 2002) الأعمار النصفية لنوى باعثة لجسيمات ألفا باستخدام صيغتين شبه تجريبيتين إحداهما هي صيغة (Viola-Seaborg) والثانية مستنبطة من احتمالية الاختراق مع إهمال بعض الحدود ذات الرتب العالية، واستخدام قيم (Q_α) المأخوذة من صيغة [Kuty(Koura, Uno, Tachibana, Yamada)] التي تستخدم جهد جسيم منفرد لنوى كروية فضلاً عن حسابه الأعمار النصفية لنوى ذات انشطار تلقائي بعد حصوله على طاقة القشرة من خلال صيغة Kuty واستنتج أن العمر النصفي للنوى ذات الانشطار التلقائي يكون طويلاً جداً أما النوى التي تحتوي على نيوترون ناقص فمن المتوقع أن يكون العمر النصفي قصيراً بسبب انخفاض ارتفاع حاجز الجهد وضيق عرضه.

قام (Zhang *et al.*, 2006) بحساب الأعمار النصفية للنظائر الحديثة ذات الأعداد الذرية الزوجية (Z=112,114,116 and 118) من خلال مسار الشكل شبه الجزيئي (quasi-molecular shape path) باستعمال قيم طاقات ألفا العملية فضلاً عن استخدام أنموذج قطرة السائل. قورنت النتائج مع الحسابات التي تستخدم تأثير التفاعل المعتمد في الكثافة (DDM_3Y) فضلاً عن حسابات صيغة (VSS) واستنتج بأن هناك تقارباً لقيم أعمار النصف النظرية والعملية ولجميع نماذجه المستخدمة.

ناقش (Chowdhury *et al.*, 2006) الحسابات النظرية للأعمار النصفية لنظائر ثقيلة جداً(Super heavy)التي تمتلك اعداد ذرية ما بين120-102=Z بواسطة نظرية العبور النفقي من تعاملات كمية في إطار تقريب WKB المعتمد على احتمالية الاختراق فضلاً عن حسابات تأثير التفاعل المعتمد في الكثافة (DDM_3Y) باستخدام قيم (Q_α)المتاحة عمليا. أشارت نتائجهم الى ان هناك توافقاً جيداً بين القيم العملية والنظرية ولمدى واسع من البيانات.

حسب (Kondev *et al*., 2007) العمر النصفي لانحلال ألفا لنظير السماريوم $^{246}_{96}Cm$ عند انحلاله من نواة الكاليفورنيوم الأم $^{250}_{98}Cf$ ، كما حددوا قيم احتماليات تلك الانبعاثات بصورة دقيقة وقورنت نتائجه مع دراسات سابقة.

حدد (Dong *et al*., 2008) الأعمار النصفية للانحلال لعدد من النظائر ذات العدد الذري (Z=113) باستخدام أنموذج قطرة السائل (Liquid Drop Model)(LDM) الذي يضم تأثيرات التقريب وجهد الطرد المركزي فضلاً عن أنموذج العنقود. استنتجوا بأن الأعمار النصفية لانحلال ألفا حساسة جداً إلى قيم الزخوم الزاوية لتلك النظائر فضلاً عن إمكانية استخدام صيغتهم المقترحة في تفسير الارتباط الوثيق بين عمر النصف للانحلال مع قيم الزخم الزاوي.

اقترح (Royer & Zhang., 2009) صيغاً شبه تجريبية لتحديد الأعمار النصفية لانحلال ألفا ضمن تقريبات WKB المعتمدة على احتمالية الاختراق، وقارن نتائجه مع نتائج صيغ مقترحة سابقا تعتمد فقط على شحنة وطاقة جسيمات ألفا فضلاً عن إجراء مقارنات أخرى مستندة الى تأثير التفاعل المعتمد في الكثافة(DDM_3Y) وصيغة (VSS) ووجدوا توافقات جيدة تسمح بعمل توقعات بالأعمار النصفية لنوى ثقيلة جدا مجهولة.

وجد (Zhang *et al*., 2009) بأن صيغته المقترحة تتحرى بشكل منتظم الأعمار النصفية لانحلال ألفا وذلك من خلال انتزاع جسيمة ألفا قبل تشكيلها في النواة الأم الأثقل، وبهذا استطاع تعزيز النظرية القائمة على أساس أن الانحلال يحصل قبل التشكيل.

ناقش (Santhosh *et al*.,2009) الأعمار النصفية لانحلال ألفا وخصائص 190 نواة زوجية- زوجية لعناصر ثقيلة جدا ضمن المدى $120 \leq Z \leq 100$ طبقاً لأنموذج كولوم وتقريب الجهد (CPPM) ومقارنتها مع صيغة (VSS) ووجدوا توافقاً جيداً مع القيم العملية.

توصل (Royer *et al*., 2010) إلى معادلات شبه تجريبية من خلال عملية الملاءمة التي أجراها على قيم الأعداد الكتلية (A) والأعداد الذرية (Z) وأعداد النيوترونات(N) لـ 344 نظير ثقيل تبدأ من $Z \geq 82$، فقد مكنته تلك المعادلات من حساب الأعمار النصفية لتلك النظائر وحسب نوعها سواء أكانت even-even أو even - odd أو odd - even أو odd-odd، كما تمكن من حساب المسافة بين مراكز كتل جسيمات ألفا عند قمة حاجز الجهد فضلاً عن ارتفاعه. أشارت نتائجهم الى أن هناك تقارباً مقبولاً بين قيمهم والقيم العملية.

توصل (Santhosh *et al*., 2010) إلى صيغة شبه تجريبية لتقدير الأعمار النصفية للانشطار التلقائي بوصفه احد أنواع الانحلالات لنوى تمتد من عنصر $^{232}_{90}Th$ الى $^{286}114$ وقارن نتائجه مع صيغة أخرى تابعة لدراسة سابقة تقوم بحساب الأعمار النصفية لانحلال ألفا لنوى ثقيلة وثقيلة جداً ضمن مدى ($90 \leq Z \leq 122$) باستخدام أنموذج كولوم وتقريب الجهد (CCPM)،إذ أشارت نتائجه بأن انحلال ألفا هو المهيمن في منطقة النظائر الثقيلة، والانشطار التلقائي هو المهيمن في منطقة النوى الأثقل.

اقترح (Ni & Ren , 2011) أنموذجاً نظرياً لتحديد الأعمار النصفية لنوى زوجية – زوجية معتمداً على معادلة شرودنكر المعتمدة على الزمن واستنتج بأن هناك تقارباً مع القيم العملية كما توصل إلى إمكانية استخدام أنموذجه في استقراء الأعمار النصفية للنوى الثقيلة جداً، كما وجد بأن انتقال جسيمات ألفا إلى مستويات طاقة عالية أثناء انحلالها يُعد أداة فعالة لاستقراء الطيف الطاقي إلى جانب قيمة التشوه للنوى الوليدة.

قدر (Garrote *et al*., 2011) الأعمار النصفية لانحلال ألفا للنوى الثقيلة جدا ضمن سياق نظرية اختراق حاجز الجهد باستعمال أنموذج كولوم وتقريب الجهد(CCPM)، الذي يأخذ التشوه رباعي القطب الكهربائي للنوى بنظر الاعتبار الذي يقلل من ارتفاع وعرض حاجز الجهد وبدوره يقلل من العمر النصفي للنوى.

طبَق (Dong *et al*., 2011) صيغة جديدة للأعمار النصفية لانحلال ألفا من نوع ثقيلة جدا وحديثة الظهور من خلال تطبيق تقريبات وصيغ بسيطة تابعة لنوى تقع في جوار النوى المدروسة كما تناولوا إمكانية تطبيق تقريبات (WKB) المتعلقة بالية العبور النفقي. وحددوا احتمالية اختراق حاجز الجهد باستعمال معادلة شرودينكر واستنتجوا بأن هناك توافقاً جيداً في حساباتهم مع تلك التقريبات.

استخدم (Santhosh *et al.*, 2012) أنموذج كولوم وتقريب الجهد (CPPM) في تخمين الأعمار النصفية لعدد من العناقيد المتشكلة من خلال انحلال ألفا المتمثلة بـ$^{225-244}Pu$،$^{225-242}Np$،$^{202-230}Ra$,$^{233-249}cm$ كما قام بحساب العمر النصفي لنظير الرصاص الذي يمتلك أعداداً سحرية مزدوجة ($^{208}_{82}Pb$)، فضلاً عن بعض النوى المجاورة للنوى المدروسة، استخدم الباحث نفسه صيغة شاملة (Universal formula) المتعلقة بانحلال العناقيد التي تعود للباحث(Poenaru *etal.*,1986) فضلاً عن تناوله عدداً من قوانين الانحلال الأخرى من اجل المقارنة مع نتائجه ووجد بأن هناك تقارباً معقولاً.

درس (Ni & Ren, 2012)الأعمار النصفية لانحلال ألفا لنوى ثقيلة ضمن مدى $N \geq 140$و$Z \geq 90$ فضلاً عن نوى ثقيلة جدا ضمن المدى $N \geq 160$و$Z \geq 106$ باستعمال أنموذج العنقود المعتمد على الكثافة (DDCM)، ناقش نتائجه مع القيم العملية التي تتضمن تأثيرات القشرة المشوهة (deformed shell effects) في منطقة النوى ذات الكتل الفائقة. ووجد بأن هناك توافقاً.

حدد (Suliman *et al.*, 2012) الأعمار النصفية لنظير البولونيوم $^{214}_{84}Po$ ونظير الرادون $^{218}_{88}Rn$ المنحلين من مصدر اليورانيوم $^{230}_{92}U$ الذي يبعث جسيمات ألفا ويتم كشفها من خلال كاشف الحاجز السطحي الذي يحيط بالمصدر المشع عن طريق تصميم هندسي يدعى (2π) ويتم التعامل مع قاعدة البيانات من خلال نظام رقمي (digital system) مُعد لهذا الغرض ووجد بأن هناك توافقاً مع القيم العملية.

أما (Poenaru *et al.*, 2013) فقد حسب الأعمار النصفية لانحلال ألفا باستخدام أنموذج تحليل الانشطار اللامتناظر(Analytical Super asymmetric Fission Model (ASAFM لنوى ثقيلة جدا فضلاً عن حسابه ارتفاع وعرض حاجز الجهد النووي من خلال تقريبات كمية.

طبّق الباحث (Zdeb *et al.*, 2014) علاقة ظواهرية قد اشتقت من قبلهما والتي تخص نظرية انبعاث الفا والانحلال العنقودي للحصول على الاعمار النصفية للنوى الثقيلة ضمن المدى $100 \leq Z \leq 122$ ،واستنتجوا بان الاعمار النصفية تقل بزيادة العدد الذري فضلا عن التقارب مع القيم التجريبية.

تناول الباحث (Pomorski *et al.*, 2015) من خلال انموذج كامو المتضمن ثابت نصف قطر النوى الذي من خلاله يمكن تخمين اعمار انصاف النوى المنشطرة تلقائيا فضلا عن النوى الزوجية – الزوجية التي تنحل بانحلال الفا والتي تمتلك اعداد سحرية$Z > 50$.

حسب (Silisteanu & Anghel, 2016) الاعمار النصفية للنظائر الثقيلة التي تنحل بانحلال الفا فضلا عن النظائر المنشطرة تلقائيا للنواة ^{270}Hs مزدوجة الاعداد السحرية واستنتجا بان انحلال الفا هو المسيطر للنظائر التي تقع فوق القشرات المغلقة

$$(^{226}Sg = {}^{270}Hs - \alpha) \quad N > 162, Z > 108.$$

1-3 الهدف من الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحديد الأعمار النصفية للنوى الزوجية – الزوجية المحصورة ما بين $82 \le Z \le 102$ والتي هي $^{186,190,192,194,204,210}_{82}Pb$، $^{190,194.198,202,204,206,208,210,212,216}_{84}Po$، $^{198,206,210,214,218,222}_{86}Rn$، $^{210,212,214,218,222,224,226}_{88}Ra$، $^{218,222,226,228,230,232}_{90}Th$، $^{226,228,230,232,234,236,238}_{92}U$، $^{234,238,240,242,244}_{94}Pu$ $^{244}_{94}Pu$، $^{238,242,244,246,248}_{96}Cm$، $^{240,246,248,250,252}_{98}Cf$، $^{246,248,250,252,254,256}_{100}Fm$، $^{252,254,256}_{102}No$.

وذلك من خلال إعادة الكرّة (revisited)لأنموذج الجسيم الواحد المقترح من كروني وكوندن وكامو عام 1928 المعتمد على صيغ كلاسيكية – كمية في توصيف نظرية انبعاث جسيمة ألفا التي تستند الى مبدأ تشّكل تلك الجسيمات داخل النواة قبل انحلالها نفقيا بعد اجراء تحوير بسيط على نصف قطر النواة الذي تبين بان له الأثر البالغ على النتائج.

كما تهدف الدراسة الحالية إلى تطبيق نماذج متداولة لعدد من الدراسات السابقة للنوى قيد الدرس وتحديد العمر النصفي لها وبيان مدى إمكانية الاستناد إليها في توصيف نظرية انبعاث ألفا.

كما تتضمن هذه الدراسة اقتراح أنموذج يحوي على علاقة شبه تجريبية مبنية على أساس قاعدة كايكر – نوتال فضلاً عن بعض المعاملات التي تضمنها أنموذج الجسيم الواحد كنصف قطر النواة المتمثل بـ $(1.08A_d^{1/3}+2)$ فضلاً عن العدد الذري للنواة الوليدة وبثوابت ملائمة معينة كما اضيف الحد المتمثل بنسبة زيادة النيوترونات $(\frac{N-Z_p}{A})$ للعلاقة شبه التجريبية. كما سيتم مقارنة أنموذج فراس وميان مع بقية النماذج المتداولة بالاعتماد على بعض الإجراءات الإحصائية كالانحراف عن معدل مربع الجذر التربيعي (rmsd) والانحراف المعياري (σ) الى جانب معامل التوافق (A.F) للوصول إلى إمكانية جدوى استخدام أنموذج فراس وميان المقترح من قبلنا في توصيف نظرية لانبعاث جسيمة ألفا وصولاً إلى تحديد الأعمار النصفية للنوى المدروسة.

كذلك تهدف الدراسة الى ايجاد القدرة الناتجة من انبعاث الفا وبوحدات watt/gm ولجميع النوى قيد الدرس.

الفصل الثاني

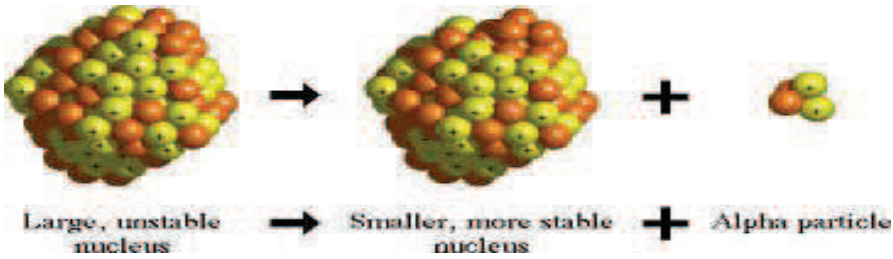
مفاهيم نظرية

الفصل الثاني

الجزء النظريThe Theoretical Part

2-1 عدم استقرارية النوى الكبيرة :

أن أكثر العناصر الطبيعية التي تمتلك أعداداً ذرية في المدى من (Z=1 إلى Z=82) تكون مستقرة، في حين ان العناصر التي تمتلك (Z>82) تنتهي بالانحلال. تستطيع النوى الخفيفة الوصول للاستقرار مع أعداد متساوية من البروتونات والنيوترونات. اما في النوى الأثقل فمطلوب نيوترون أكثر. لكي يتغلب على قوة التنافر الكولومي الناتجة من البروتونات. عندما يكون هناك عدم توازن بين البروتونات والنيوترونات يسببان نواة غير مستقرة. ونتيجة لذلك تحدث انتقالات إشعاعية (**Greiner,2007**). إذ يوضح الشكل (1-2) استقرار النوى الكبيرة بانبعاث جسيمة ألفا.



الشكل (1-2)استقرار النوى الكبيرة(Greiner,2007)

هناك ثلاثة أنواع أساسية من الانتقالات الإشعاعية :

1- **انحلال ألفا :** يُعد انحلال ألفا الأكثر شيوعاً في العناصر الثقيلة، ويحدث عندما تبعث نوى مشعة نواة هيليوم مشحونة تتكون من بروتونين ونيوترونين. وان أكثر النوى التي تكون فيها A اكبر من 150 تكون غير مستقرة تجاه انحلال ألفا، أما النوى الأخف فان احتمال حصول انحلال ألفا لها قليل جداً، وان ثابت الانحلال يقل أسياً مع انخفاض طاقة الانحلال. وعندما تقترب A من 150 فان طاقة الانحلال تصبح عملياً مساوية للصفر، أما النوى التي لها N=82 فإنها تمثل حالة خاصة وذلك لان تأثير القشرة يوفر طاقة انحلال إضافية (Wong,1990).

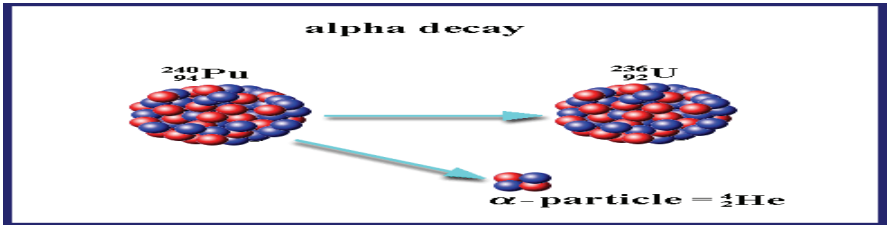
2- **انحلال بيتا :** يُعرف انحلال بيتا على انه انبعاث الكترون من النواة ويمكن للإلكترونات المنبعثة من النواة نفسها أن تكون سالبة وموجبة في بعض الأحيان، وقد اثبت رذرفورد وسودي عام 1903 باستعمال طرائق كيميائية إن العدد الذري للمادة يزداد بمقدار وحدة واحدة عند حدوث انحلال بيتا السالب فيها، ويقل العدد الذري بمقدار وحدة واحدة في حالة انبعاث البوزترون الذي اكتشفه كوري وجوليو عام 1943 (مايرهوف،1982).

3- **انحلال كاما :** إن الانحلال بأشعة كاما لا يغير العدد الذري والعدد الكتلي للنواة حيث تنتقل من حالة إثارة excited state إلى حالة اقل إثارة ground state وذلك بانبعاث واحدة أو أكثر من أشعة كاما وبطاقات تقرب من 0.1-10MeV، يتضمن انحلال كاما فضلا عن انحلال بيتا وألفا مصدرا مهما

للمعلومات عن مستويات الطاقة النووية (الطاقة والبرم والتماثل.....الخ) فضلاً عن معلومات عن التركيب النووي.

ومن الجدير بالذكر انه يوجد نوع آخر من الانحلال يسمى بالانشطار التلقائي يتضمن انحلالاً سريعاً للنوى المنفردة إلى نواتين اصغر(شظايا الانشطار). وتستعمل هذه العملية مع العناصر الأثقل من اليورانيوم. وبخاصة العناصر التي لها $Z > 100$ (Cohen,1971).

وبما اننا سنركز في دراستنا على جسيمات ألفا لذلك سنتناولها بشيء من التفصيل. وجسيمة ألفا أو أشعة ألفا على الرغم من تسميتها أشعة إلا أنها عبارة عن نواة ذرة الهيليوم وتتكون من بروتونين ونيوترونين، تتحد في داخل النواة بقوة نووية كبيرة بحيث تعد اشد نوايا العناصر استقراراً وتماسكاً. وذلك لتكونها من 2 بروتون و2 نيوترون وهذه الأربعة يتميزون بأكبر فقد في الكتلة عند اندماجهم لتكوين نواة الهيليوم. ولهذا فان جسيم ألفا ينتج كثيراً في التفاعلات النووية حيث ليس من السهل تحلله أو تفككه. وهو ذو شحنة كهربائية موجبة مقدارها 2 وحدة لاحتوائها على بروتونين وقوة اختراق ضعيفة على النفاذ لثقلها وانخفاض سرعتها (Wong,1990). والشكل (2-2) يمثل انحلال ألفا.



الشكل (2-2) انحلال ألفا (Greiner,2007)

ويمكن إيقافها بقطعة من الورق الخفيف، وتمتاز بقدرة كبيرة على تأين المواد حيث ان معدل التأين في المواد التي تتخللها جسيمات ألفا تتناسب تناسباً طرديا مع مربع شحنة الجسيم (z^2).

وعملية انحلال ألفا تنتج من اندماج أربعة من ذرات الهيدروجين مكونين نواة ذرة الهيليوم، وخلال ذلك التفاعل يتحول 2 من البروتونات ليصبحا نيوترونين ويتولد جسيم ألفا. يتم هذا التفاعل في الشمس بمعدل كبير يعطي الشمس تلك الطاقة الهائلة التي تسمح باستمرار الحياة على الارض.

ومن الممكن تمثيل عملية انحلال ألفا بالصيغة الاتية :

$$^{A}_{Z}Y_N \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y_{N-2} + {}^{4}_{2}He_2$$

حيث $^{A}_{Z}Y_N$ تمثل النواة الابتدائية (النواة الأم). و $^{A-4}_{Z-2}Y_{N-2}$ تمثل النواة الوليدة.

تمثل عملية انبعاث جسيمات ألفا ظاهرة تنافر كولومي يحدث داخل النواة ويصبح ذا أهمية أكبر بالنسبة للنوى الثقيلة لأن قوة الاضطراب الكولومي تزداد مع(Z) وبذلك تكون أسرع من الزيادة في طاقة الربط التي تزداد تقريباً بزيادة عدد النيكلونات (Greiner,2007).

2-2 عمر النصف لانحلال ألفا: Alpha decay half-life

تمتلك بعض النوى القابلية على انحلال جسيمات ألفا. يعتمد ذلك على طاقات الانحلال. وتستند كتل النوى بشكل أساسي الى شيئين رئيسين: الأول على كتل النيكلونات التي تكون النواة والثاني : على الطاقة التي تربطهم سوية والممثلة بالقوة النووية. وان النوى التي طاقة ترابطها عالية هي النوى نفسها التي تكون خفيفة الوزن. ويمكن حدوث عملية انحلال جسيمات ألفا عندما يكون مجموع كتل النواة الوليدة وجسيمة ألفا اقل من كتلة النواة الأم. وان آلية انحلال جسيمات ألفا تكون من خلال العبور النفقي خارج النواة الأم عبر حاجز الجهد

طبقا لقوانين ميكانيك الكم كما تم ذلك سابقا في الفقرة (1-1) من الفصل الأول، كما أن تلك المعاملات الكمية لميكانيك الكم توضح عملية الربط بين الطاقة المتحررة من خلال عملية التحلل (Q-Value) وعمر النصف لانحلال ألفا وهذا ما يعرف بقانون كايكر – نوتال .

يتسم تحلل ألفا بما يسمى عمر النصف ويعرف بانه الوقت الذي يتحلل فيه نصف عدد ذرات ذلك العنصر، وهذا الوقت يعد لبعض العناصر بالسنوات ولعناصر أخرى قد يكون نصف عمرها أياماً أو حتى ثوانٍ قليلة (Cohen,1971).

2-3 النشاط الإشعاعي : Radioactivity

يطلق على النويدة صفة الاستقرار (stable) إذا بقيت لمدة طويلة من الزمن دون انحلال(decay)، وهناك نويدات أخرى تنحل باعثة جسيمات وتتحول إلى نويدات أخرى تسمى بالنويدات المشعة (radioactive nuclide). وتُعد ظاهرة النشاط الإشعاعي عملية إحصائية تخضع لقوانين الانحلال(مايرهوف،1982).

2-3-1 سلاسل النشاط الإشعاعي: Radioactivity Series

تتميز جميع النويات الثقيلة والثقيلة جدا بالنشاط الإشعاعي. ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة عدد البروتونات في النواة مما يجعل قوى التنافر الكولومي كبيرة. ويؤدي هذا التنافر إلى انحلال هذه النويات مع إصدار جسيمات ألفا، ونتيجة لانبعاث هذه الجسيمات تزداد نسبة النيوترونات إلى البروتونات في النويات الوليدة مما يؤدي إلى تحللها مع انبعاث الالكترونات فتصل النسبة إلى نسبة الاستقرار ولكنها تكون غير مستقرة بالنسبة لانبعاث جسيمات ألفا وهكذا تستمر السلسلة إلى أن تصل في النهاية إلى نواة مستقرة غالبا ما تكون هي نواة الرصاص (رشيد،1986).

وتوجد في الطبيعة أربع مجاميع تعرف بسلاسل الإشعاع الطبيعية وتكون ذات أعداد كتلية هي 4n+3 ,4n ,4n+1 ,4n+2إذ أن n عدد صحيح ولهذا فان جميع جسيمات ألفا المنبعثة من العناصر الثقيلة يمكن أن تعود إلى إحدى السلاسل الأربع.

والسلاسل هي سلسلة الثوريوم، سلسلة اليورانيوم-راديوم، وسلسلة الاكتينيوم. وهناك سلسلة رابعة هي سلسلة النبتونيوم ولكنها لا توجد في الطبيعة حيث أن عمر النصف لأطول عناصرها عمرا هو $2.2X10^6$ y وهذا اصغر بكثير من عمر الأرض الذي يقدر بما يقرب من $y4.45 \times 10^9$ أي أنها تحولت إلى نويات مستقرة منذ مئات الملايين من السنين (Vasilyeva *et al*.,1996).

1- سلسلة الثوريوم (4n):

إن كل عضو في هذه السلسلة له عدد كتلي A من مضاعفات العدد4 لذا فان A=4n.وان العضو الاطول عمرا في السلسلة هو الثوريوم $^{232}_{90}Th$، وله عمر نصفي مقداره $14.1x10^9$ y. وان عمر هذه السلسلة اطول من عمر الارض بما يقرب من اربع مرات. وكما هو متوقع فان عنصر الثوريوم موجود في الطبيعة ويمكن ملاحظة انحلاله في الوقت الحاضر حتى يصل إلى النظير المستقر $^{208}_{82}pb$.

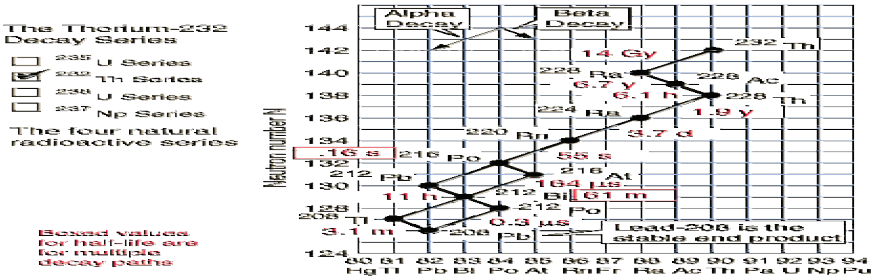
ويمكن الحصول على الثوريوم $^{232}_{90}$Th من انحلال النظيرين $^{240}_{94}Pu$ و$^{244}_{92}$U اللذان ينحلان ببطء حتى يصلا إلى$^{236}_{92}U$(والذي عمره النصفي $23X10^6$ y) الذي ينحل بدوره بانحلال ألفا إلى $^{232}_{90}$Th،العضو الأطول عمراً في السلسلة وحسب التفاعل الآتي:

$$^{240}_{94}Pu \rightarrow {}^{236}_{92}\mathrm{U}^* + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{232}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

وكذلك يمكن الحصول على $^{232}_{90}Th$ عند امتصاص $^{235}_{92}U$ نيوترون $^{1}_{0}n$ وتكوين $^{236}_{92}U$ المشع ولكن بدون حدوث انشطار نووي (Krane,1988).

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{236}_{92}U^* \rightarrow {}^{232}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

يمثل الشكل(3-2) سلسلة الثوريوم (4n).



شكل(2-3) سلسلة الثوريوم (4n) (Harb,2004)

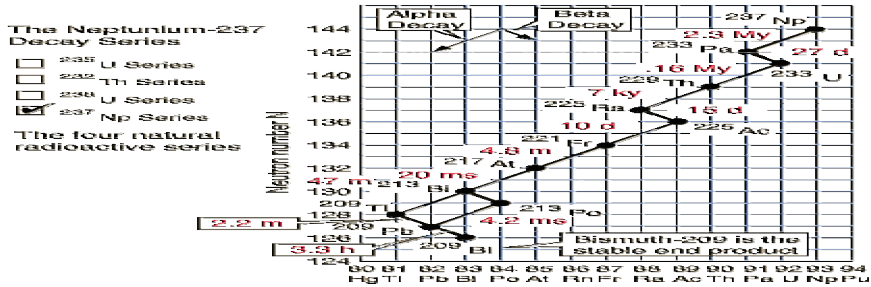
2- سلسلة النبتونيوم $^{237}_{93}Np$ (4n+1) :

تعاني سلسلة النبتونيوم انحلال ألفا بنصف عمر $(2.14x10^6\ y)$، وبما أن نصف عمر النبتونيوم هو اقل من نصف عمر الأرض$(4.45X10^9y)$. لذلك لم تبق أية كمية من النبتونيوم على سطح الأرض ولا توجد سلسلتها في الطبيعة ولكن اكتشفت في أطياف بعض النجوم وتنتهي بنظير البزموث (**Harb,2004**).ومن الممكن انتاج هذه السلسلة اصطناعيا بتشعيع $^{238}_{92}U$بواسطة النيوترونات البطيئة وذلك حسب التفاعل الآتي:

$$^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{239}_{92}U \rightarrow {}^{239}_{93}Np + \bar{\beta} + \bar{\upsilon}$$

إذ إن: $\bar{\beta}$ تمثل الالكترون ، $\bar{\upsilon}$: ضديد النيترينو.

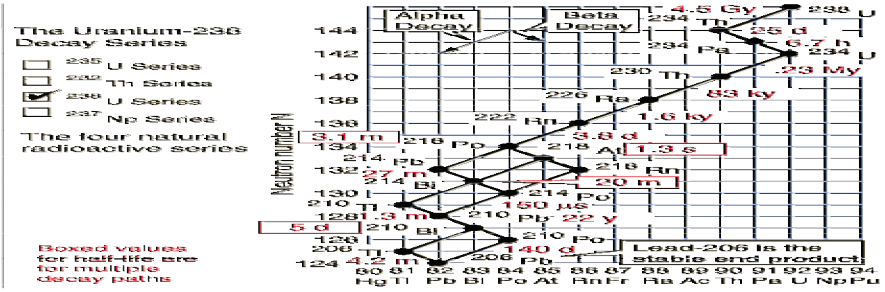
كما يمكن الحصول عليها طبيعيا من انحلال $^{241}_{94}Pu$. هذه السلسلة هي الوحيدة التي لا تنتهي بنظائر الرصاص المستقرة وتنتهي بنظير البزموث $^{209}_{83}Bi$ المستقر (Krane,1988). يمثل الشكل (2-4) سلسلة النبتونيوم (4n+1)



شكل(2-4) يوضح سلسلة النبتونيوم (4n+1) (Harb,2004)

3- سلسلة اليورانيوم (4n+2):

تسمى سلسلة اليورانيوم أيضاً سلسلة الراديوم، وهي أطول السلاسل عمرا وتكون موجودة في الطبيعة وتبدأ بأثقل عناصرها $^{238}_{92}U$ الذي ينحل بانبعاث جسيمة ألفا متحولاً إلى ثوريوم بعمر نصفي يساوي $4.47X10^9$ y، وتستمر عملية الانحلال تلقائياً لتنتهي بعنصر الرصاص $(^{206}_{82}Pb)$المستقر (**Harb,2004**). يمثل الشكل (2-5) سلسلة اليورانيوم (4n+2).



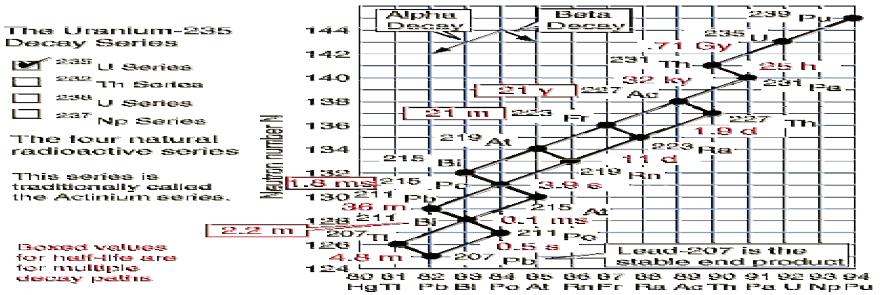
شكل(2-5) سلسلة اليورانيوم(4n+2) (Harb,2004)

4- سلسلة الاكتينيوم(4n+3):

تُعد هذه السلسلة من السلاسل الوحيدة الموجودة في الطبيعة التي تنشطر بوساطة النيوترونات البطيئة. إن أهم عناصرها هو $^{235}_{92}\mathrm{U}$ (عمره النصفي $7.04\mathrm{X}10^{8}$y). أما عنصر الاكتينيوم $^{227}_{89}Ac$ فمن الممكن فصله من معادن اليورانيوم. كما يمكن إنتاجه اصطناعياً في المفاعلات النووية بتشعيع نظير الراديوم $^{226}_{86}Ra$ وحسب التفاعل الآتي (Harb,2004).

$$^{226}_{88}Ra + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{227}_{88}\mathrm{Ra} + \gamma^{*} \rightarrow {}^{227}_{89}Ac + \bar{\beta} + \bar{\upsilon}$$

ويمثل الشكل (2-6) يوضح سلسلة الاكتينيوم (4n+3).

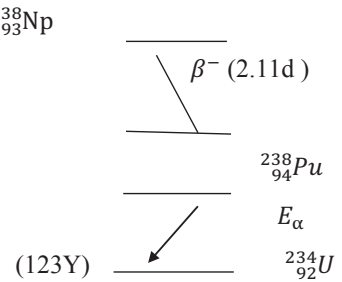


شكل(2-6) سلسلة الاكتينيوم(4n+3) (Harb,2004)

2-4 تطبيقات انحلال ألفا : Alpha decay applications

تمتلك انحلالات ألفا ولاسيما للنوى ذوات الاعمار النصفية الطويلة خصائص مهمة جدا وتدخل في كثير من التطبيقات العملية والعلمية، كونها تنبعث بطاقات أحادية (إذا كان عمر النصف كبير بما فيه الكفاية) وبمعدل ثابت. يمكن تمثيل عملية الانحلال لنظير البلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ $(\mathrm{T}_{1/2} = 86\ Y)$(على سبيل المثال) الذي ينتج بوساطة انحلال النبتونيوم $^{230}_{93}Np$ بعد اقتناصه للنيوترون بالمخطط الانحلالي الاتي (Wiley *et al*.,2000)

$$^{237}_{93}Np + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{238}_{93}\mathrm{Np}$$



تمتلك جسيمة ألفا طاقة مقدارها 5.6MeV اثناء الانحلال من النظير في اعلاه وان معدل الانحلال لـ 1gm لعنصر البلوتونيوم يكون كالآتي :

$$Activity = \lambda N \dots\dots\dots\dots (2-1)$$

إذ إن λ : يمثل معدل الانحلال ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\lambda = \frac{0.693}{\mathrm{t}_{1/2}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (\ 2-2)$$

كما أن $t_{1/2}$: يمثل العمر النصفي للنواة المنحلة.

أما N : تمثل عدد الذرات التي يحويها غرام واحد من النظير وتعطى بالعلاقة الاتية:

$$N = \frac{w(g)\times N_{av}}{A} \dots\dots\dots\dots (2-3)$$

إذ إن: w(g) يمثل وزن النظير. و N_{av} عدد افوكادرو ، وA العدد الكتلي للنظير.

وبعد تعويض المعادلات (2-2) و (2-3) في المعادلة (2-1) بعد ضربها في قيمة Q_α بوحدات الجول لكل نواة نحصل على القدرة الخارجة (Power out) لكل انحلال ولواحد غرام من النظير بوحدات Watt/gm .

ويمكن الاستفادة من تلك القدرة المستمرة عن كل انحلال للعمل بمعدل ثابت حتى أثناء التفريغ، فضلاً عن الفضاءات المبردة بشكل عالٍ جداً.

ولها تطبيقات عديدة كما في جهاز تنظيم ضربات القلب وفي سفن الفضاء (Voyager spacecraft) أثناء تصوير المشتري وزحل واورانوس.

تترسب طاقة جسيمة ألفا في جهاز تنظيم ضربات القلب على شكل حرارة وتتحول على شكل نبضة كهربائية ويتم ذلك من خلال المحول الحراري الكهربائي الذي يحويه الجهاز.

كما تستعمل انحلالات ألفا كتطبيقات مهمة في كواشف الدخان smoke detectors التي تحوي كمية قليلة جدا من نظير الاميريشيوم ^{241}Am $(t_{1/2} = 433\ y)$ اذ تمتلك جسيمة ألفا طاقة مقدارها (5.485 MeV) أثناء انحلالها.

تؤين تلك الجسيمات (تحت الظروف الطبيعية)جزيئات الهواء في الكاشف، إذ تنتقل تلك الايونات إلى الأقطاب وبذلك تكون تياراً كهربائياً داخل الجهاز وان نواتج الاحتراق تتضمن ذرات مؤينة ثقيلة وعند دخولها إلى الكاشف تصطدم مع الايونات المسؤولة عن تكون التيار التي بدورها تنشط الجهاز إلى إعطاء إنذار بوجود حريق.

ومن تطبيقات انحلال ألفا المهمة جداً في التكنولوجيا الحديثة هي استخدام تلك الطاقة في عمل البطاريات النووية، إذ يتم تحويل الطاقة الناتجة من الانحلال إلى طاقة كهربائية التي تدعى بمولدات المصادر المشعة، وتعتمد الطاقة الناتجة عن هذه المولدات على العمر النصفي للمصدر المشع وبهذا ستكون البطارية النووية أطول عمراً كلما كان العمر النصفي للمصدر المشع طويلاً، إذ إن تلك المولدات تعطي كثافة طاقة عالية ومئات الاضعاف عما تنتجه البطاريات الكيميائية، كما لا تعتمد تلك المولدات على الشروط البيئية لتحملها مدى كبيراً من درجات الحرارة والضغط وبإمكانها العمل في الفضاء أو تحت الماء ولا تحتاج إلى إعادة شحن (Lazerenko *et al*,1988).

ومن الجدير بالذكر ان استطارة جسيمات ألفا لها تطبيق مهم في جهاز مطيافية استطارة رذرفورد (Rutherford Backscattering spectrometry)(RBS)، إذ إن جزءاً قليلاً من طاقتها ستنتقل إلى النواة المقصوفة بزاوية $(\theta = 180)$، ويمكن تحديد ذلك الفقدان في الطاقة من خلال العلاقة الآتية (Lilley,2001).

$$\Delta T = Q_\alpha \left[\frac{4mM}{(m+M)^2}\right] \dots\dots\dots (2-4)$$

إذ إن ΔT : تمثل الطاقة المنتقلة من جسيمة ألفا إلى الهدف. و Q_α مثل طاقة جسيمة ألفا.

m: كتلة جسيمة ألفا ، M : هي كتلة نواة الهدف.

يمكننا أن نفترض ان نواة الهدف (على سبيل المثال) هي الذهب$^{197}_{79}Au$، لذا فان النسبة:

$$\frac{m}{\mathrm{M}} = \frac{4}{197} = 0.02$$

وان الطاقة المفقودة بوساطة جسيمات ألفا تساوي الطاقة التي تكتسبها نواة الهدف.

وان استطارة جسيمة ألفا لها تطبيقات مهمة في التحليلات الكمية والنوعية من خلال تقنية التحليل الطيفي باستخدام جسيمات ألفا (alpha ray spectroscopy) إذ يمكننا الحصول على اطياف متعددة كل منها تعود إلى العناصر أو النظائر التي تحويها العينة قيد الدراسة (Wiley *etal.*,2000).

الفصل الثالث

وصف النماذج المتداولة والانموذج المقترح

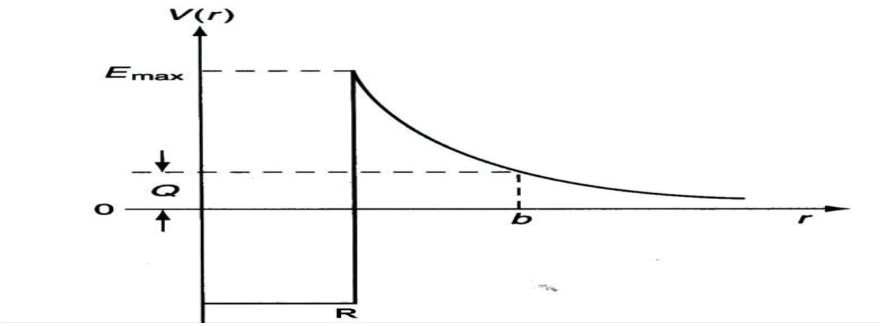
الفصل الثالث

سيتضمن هذا الفصل دراسة وتطبيق عدد من النماذج المتداولة العائدة لدراسات سابقة التي بنيت على أساس تحديد مقدار لوغاريتم اعمار أنصاف مختلف النوى الثقيلة ومن ثم برمجتها بلغة ماتلاب وتطبيقها على النوى الزوجية – الزوجية قيد الدرس والمذكورة في الفقرة (4-1) من الفصل الأول. بعدها سيتم اقتراح أنموذج خاص في دراستنا الحالية لتطوير معادلة شبه تجريبية مستنبطة من خلال قاعدة كايكر- نوتال وذلك لحساب لوغاريتم اعمار أنصاف النوى الزوجية – الزوجية قيد الدراسة وسيتم مقارنتها مع النماذج المتداولة من خلال الانحراف عن معدل مربع الجذر التربيعي (root mean square deviation)(rmsd) فضلا عن قيم الانحراف المعياري (σ) إلى جانب معامل التوافق(Agreement Factor) (A.F) فضلاً عن منحنيات المعايرة بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنوى قيد الدرس وللنماذج جميعها.

3-1 أنموذج الجسيم الواحد ونظرية انبعاث جسيمة ألفا:

One Body Model and Theory Of Alpha Emission

وضع العالم Gamow ومن قبله كرونيGurney وكوندن Condon عام (1928) بصورة منفصلة وعلى انفراد نظرية عرفت بأنموذج الجسيم الواحد one-body model، حيث افترضوا بأن جسيمات ألفا تتحرك في منطقة كروية تتحدد أبعادها بالنواة الوليدة وتتشكل مسبقا داخل النواة الأم وتنحصر داخل النواة بواسطة حاجز جهد كولوم في الحقيقة ليس هناك سبب كبير لاعتقاد أن جسيمة ألفا توجد منفصلة ضمن النوى الثقيلة (في حينها) هذه النظرية تعمل بصورة جيدة خاصة للنوى الزوجية – الزوجية. وكما مبين في الشكل (3-1) فان هناك ثلاث مناطق تستحق العناية : .(Buck *et al*.,1991)



الشكل (3-1) نظرية انبعاث جسيمات ألفا (Buck *et al*.,1991)

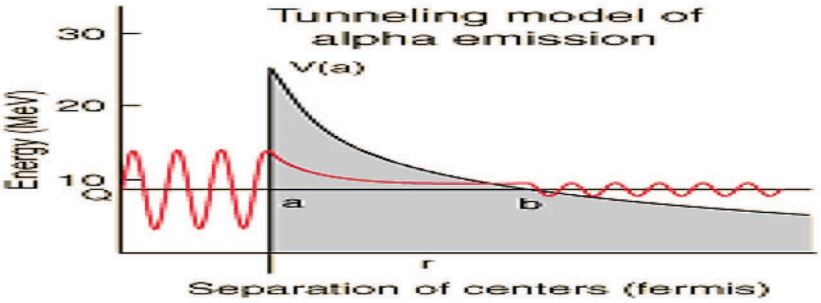
المنطقة الأولى حيث $r < R$ وتعرف بالمنطقة الكروية وتقع داخل النواة وأن هناك بئر الجهد بعمق $-V_0$.ومن وجهة النظر الكلاسيكية فان جسيمات ألفا تستطيع أن تتحرك في هذه المنطقة بطاقة حركية مقدارها $Q + V_0$ لكنها لاتستطيع الهروب من بئر الجهد.

المنطقة الثانية، حيث $R < r < b$، تشكل حاجز الجهد لان الطاقة الكامنة (طاقة الجهد). هنا اكبر من الطاقة الكلية المتوفرة. ومن وجهة النظر الكلاسيكية فان جسيمات ألفا لاتستطيع دخول هذه المنطقة من كلا الاتجاهين أي أنها لا تستطيع أن تدخل النواة عندما تكون خارجها ولا تستطيع أن تخرج من النواة عندما تكون داخلها. لان الطاقة الحركية ستكون كمية سالبة.

أما المنطقة الثالثة، حيث $r > b$ فهي منطقة مسموح بها كلاسيكيا وتقع خارج حاجز الجهد.

هذا يعني من وجهة النظر الكلاسيكية أن جسيمات ألفا الموجودة في بئر الجهد الكروي لا تستطيع الخروج منه وأنها تغير اتجاه حركتها بشكل حاد في كل مرة حيث ترتطم بجدار النواة أثناء محاولتها العبور وراء المنطقة $r = R$، أي إذا كانت الطاقة الحركية لجسيمة ألفا أقل من طاقة الجهد التي تمثل ارتفاع الحاجز، فان جسيمة ألفا لا تستطيع مغادرة النواة.

أما من وجهة نظر ميكانيك الكم، فان هناك فرصة للتسرب أو العبور النفقي من خلال حاجز الجهد الذي يأخذ بالاعتبار حقيقة أن النوى غير المستقرة لا تنحل في الحال وان على جسيمات ألفا أن تكون موجودة مرة بعد أخرى قرب سطح الحاجز حتى تخترقه في نهاية المطاف (Wong,1990). ويوضح الشكل(2-3) أنموذج النفق لانحلال ألفا.



الشكل (2-3) مخطط لأنموذج النفق لانحلال ألفا (Wong,1990)

الأفكار الأساسية لنظرية انحلال ألفا وأنموذج الجسيم الواحد:

1- جسيمات ألفا قد توجد ككيان ضمن النوى الثقيلة.
2- جسيمات ألفا تكون ثابتة الحركة ومحصورة داخل النواة بوساطة حاجز الجهد.
3- هناك إمكانية مؤكدة لجسيمة ألفا أن تعبر عبوراً نفقياً خلال الحاجز (على الرغم من ارتفاعه) في كل وقت تصطدم به (Beiser,2003).

يعتمد الوصف النظري لانبعاث ألفا على حساب النسبة لحد مكون من عاملين. وحسب نظرية الجسيم الواحد، فان ثابت الانحلال (λ) الذي يمثل احتمالية الانحلال في وحدة الزمن يساوي التردد(f) أي عدد التصادمات في الثانية التي تقوم بها جسيمة ألفا مع سطح الحاجز ($\frac{\upsilon}{2R}$) مضروبة في احتمالية اختراق الحاجز (P) (Beiser,2003) و(خليل،1996).

$$\lambda = fP \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-1)$$

وعليه فأن التردد (f) يساوي :

$$f = \left(\frac{\upsilon}{2R}\right) = \frac{\sqrt{2Q/m}}{2R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-2)$$

إذ إن m : هي كتلة جسيمة ألفا.

و υ : هي سرعة جسيمة ألفا داخل النواة التي يمكن إيجادها من طاقتها الحركية $Q_\alpha = \frac{1}{2}m\upsilon^2$ عند $r < R$ (حيث يتم الاعتماد على قيمQ_α العملية المعتمدة في كثير من المراجع ومنها (ENSDF,2000) وستثبت تلك القيم للنماذج المتداولة جميعها فضلاً عن أنموذجنا الذي سنقترحه لاحقاً) وR : يمثل نصف قطر النواة ويحسب حسب العلاقة الاتية (Lilley,2001).

$$R = 1.2\left(A_d^{1/3} + A_\alpha^{1/3}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-3)$$

الذي يعبر عن المسافة الفاصلة والمؤثرة بين النواة الوليدة A_d ونواة الهيليوم A_α عند قمة حاجز الجهد. كما يعبر عن قيمة R بأنها نصف القطر المؤثر Effective Radius حيث سيكون شكل المعادلة (3-3) متلائماً مع الأساس الذي بني عليه الأنموذج إذ يتضح بأن جسيمة ألفا قد تكون فعلا متشكلة داخل النواة مسبقا ومتهيئة للانحلال حالما تتمكن من اختراق حاجز الجهد بالعبور النفقي. وبهذا سيكون لنصف القطر المؤثر بشكله الحالي إمكانية للتقليل من ارتفاع

حاجز الجهد حسب المعادلة (3-4) أدناه مما سيؤثر حتماً على معدل انحلال النوى الثقيلة جميعها ومن ضمنها النوى قيد الدرس، إن فكرة تضمين شكل المعادلة (3-3) كان أساساً مستنبطاً من فكرة التفاعل النووي عندما تسقط بعض المقذوفات لتتفاعل مع نوى الهدف فعند اقرب مسافة اقتراب بينهما اقترح الباحث Wong عام 1990 بان نصف قطر النواتين المتفاعلتين سيأخذ شكل المعادلة (3-3)(Wong,1990).

فضلا عن ذلك فقد اعتمد الباحث (Peltonen,2009) شكل المعادلة(3-3) أيضاً عندما اقترح أنموذجاً متكاملا لوصف نظرية انبعاث جسيمات ألفا من خلال مبدأ عامل الإعاقة الذي تم التطرق إليه في الفصل الأول في الفقرة (3-1) وقد أطلق عليه اسم نصف القطر المؤثر (Touching Radius).

إن احتمالية اختراق *الحاجز الكولومي*P يمكن إيجادها بطريقة تقريبية:

$$P \cong e^{-2K_2-\frac{1}{2}(b-R)}$$

$$K_2 = \sqrt{\frac{2\mathrm{m}}{\hbar^2(\mathrm{V}-\mathrm{Q}_\alpha)}}$$

إذ إن K : يمثل العدد الموجي داخل حاجز الجهد.

على أساس أن ارتفاع الحاجز يتغير من $((B-Q))$ عند النقطة $\mathrm{r}=\mathrm{R}$إلى الصفر عند النقطة r=b ، لذا فان من الممكن اخذ معدل الارتفاع الذي يساوي $\frac{1}{2}(\mathrm{B}-\mathrm{Q})$ ومعدل السمك $\frac{1}{2}(\mathrm{b}-\mathrm{R})$.

ومن الممكن إيجاد سمك الحاجز b من مساواة طاقة الجسيمة Q_α مع الطاقة الكامنة $V(r)$ وذلك على وفق الآتي:

$$b = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ}\frac{2Z_d e^2}{\mathrm{Q}_\alpha}$$

وان ارتفاع حاجز كولوم الفعال B عند النقطة r=R يساوي :

$$B = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ}\frac{2Z_d e^2}{R} \dots\dots\dots\dots\dots (3-4)$$

أما في الحساب الدقيق للاحتمالية باستخدام ميكانيك الكم، فينظر إلى الحاجز الكولومي على انه يتكون من حواجز مستطيلة متعاقبة ومتناهية في الصغر وتكون ذات ارتفاع وسمك d_r

$$V(r) = \frac{2Z_d e^2}{4\pi\epsilon_\circ r}$$

إن احتمالية اختراق كل حاجز من الحواجز المتناهية في الصغر الذي يمتد من r إلى$r+d_r$ هي (Beiser,2003) و(خليل،1996).

$$\mathrm{d_P} = exp\left[-2d_r\sqrt{\left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)(V(r)-\mathrm{Q}_\alpha)}\right]$$

إن احتمالية اختراق الحاجز بكامله هي :

$$P = e^{-2G} \dots\dots\dots\dots\dots (3-5)$$

إذ إن G : هو معامل كامو ويساوي :

$$G = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}} \int_a^b [(V(r) - Q)]^{1/2}\, d_{\mathrm{r}}$$

والذي تحسب قيمته على وفق الآتي :

$$G = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}} \frac{2Z_d e^2}{4\pi\epsilon_\circ} \left[arc\cos\sqrt{X} - \sqrt{X(1-X)} \right]$$

حيث $X = \frac{R}{b} = \frac{Q}{B}$

أي عندما $b \gg R$ او $B \ll Q$

وعندما $X \ll 1$ فان

$$\left[arc\cos\sqrt{X} - \sqrt{X(1-X)} \right] = \frac{\pi}{2} - 2\sqrt{\mathrm{X}}$$

وبهذا فان معامل كامو يساوي :

$$G = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}} \frac{2Z_d e^2}{4\pi\epsilon_\circ} \left[\frac{\pi}{2} - 2\sqrt{\frac{Q}{B}} \right] \dots\dots\dots\dots\dots\dots (3-6)$$

ونعوض معادلة (3-6) في معادلة (3-5) للحصول على احتمالية اختراق الحاجز.

وبعدها نجد قيمة التردد (f) من المعادلة (3-2) ليتسنى لنا الحصول على المعادلة (3-1) التي تمثل ثابت الانحلال (λ)

وبعدها نقوم بتطبيق المعادلة الآتية للحصول على عمر النصف للنواة أو النظير قيد الدرس:

$$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3-7)$$

بعد ذلك نحولها إلى لوغاريتم عمر النصف $\log[T_{1/2}(\mathrm{sec})]$ ليتم مقارنته مع القيم العملية (Royer *et al*,2010).

ومن الجدير بالملاحظة أننا سنرمز إلى أنموذج الجسيم الواحد One-Body Model بالرمز ($\mathrm{O.B.M_1}$) الذي يعتمد في احد مفاصله الأساسية على المعادلة (3-3) التي تعبر عن نصف قطر النواة الوليدة وجسيمة ألفا.

3-2 تحويرات أنموذج الجسيم الواحد:

Modification of the One- Body Model:

يتمثل الأساس الذي بني عليه أنموذج الجسيم الواحد بان جسيمة ألفا تتشكل مسبقا داخل النواة، وعلى هذا الأساس يمكن لنا إجراء تحوير مبسط على المعادلة (3-3) وتحويلها إلى الشكل الآتي:

$$R = 1.08(A_d)^{1/3} + 2 \ \dots\dots\dots\dots (3-3a)$$

إذ إن 1.08 : تمثل ثابت نصف القطر ، A_d : العدد الكتلي للنواة الوليدة ، 2: يمثل ثابت التصحيح .

وان هذا الشكل لمعادلة نصف القطر اقترحه الباحث الياباني Koura في عام (2002) الذي يعمل في جامعة واسيدا في طوكيو، إذ توصل إلى صيغة شبه تجريبية لمحاكاة انبعاث جسيمات ألفا في النوى الثقيلة والثقيلة جدا كعلاقة عامة وشاملة لجميع أنواع النوى. ومن الجدير بالذكر أن شكل المعادلة المقترح يمكن أن يؤكد على الأساس الذي بني عليه الأنموذج. وبإجراء ذلك التحوير المقترح على أنموذج الجسيم الواحد من خلال تطبيق جميع المعادلات المتعلقة بأصل الأنموذج فيما عدا المعادلة (3-3) التي استبدلت بالمعادلة (3-3a). إذ يتضح من خلاله انه اخذ بالاعتبار النواة الوليدة فضلا عن ثابت التصحيح للمسافة الفاصلة والمؤثرة بين النواة الوليدة وجسيمة ألفا لحظة انحلالها عند تجمعها على سطح النواة وبإجراء التحوير المقترح على أنموذج الجسيم الواحد وذلك من اجل التوصل إلى لوغاريتم اعمار أنصاف النوى قيد الدرس وسنرمز من الآن ولاحقاً لهذا التحوير ولجميع تطبيقاته بالرمز($O.B.M_2$) ولو تفحصنا المعادلة (3-3a) سنراها تدعم الأساس الذي بني عليه أنموذج الجسيم الواحد من أن هناك إمكانية لتكون جسيمة ألفا مسبقا في النواة (Koura,2002).

وسيتم اقتراح شكل آخر للمعادلة (3-3) الذي يتمثل بالعلاقة الآتية :

$$R = 1.4A^{1/3} \ \dots\dots\dots\dots\dots (3-3b)$$

إذ إن A : تمثل العدد الكتلي للنواة الأم.

وان 1.4 : يمثل ثابت نصف القطر الذي يعبر عن استطارة الجسيمات بدل الالكترونات.

وإذا تفحصنا شكل المعادلة في أعلاه نرى انه لا يدعم بشكل مباشر فرضية أن جسيمة ألفا قد تشكلت مسبقا داخل النواة الذي بدوره يصف شكل نصف قطر النواة الأم ولكن الثابت 1.4 يعبر عن انبعاث جسيمات ألفا من النواة. وبإجراء ذلك التحوير المقترح على أنموذج الجسيم الواحد من خلال تطبيق جميع المعادلات المذكورة سابقاً التي تعبر عن أصل الأنموذج فيما عدا المعادلة (3-3) التي استبدلت بالمعادلة (3-3b) وسنرمز من الآن لاحقاً لهذا التحوير الذي اجري على الأنموذج بالرمز ($O.B.M_3$).

3-3 أنموذج وابسترا (W.M): Wapstra Model

اقترح الباحث(Wapstra *et al.*,1959) أنموذجا مبسطا بني على أساس علاقة كايكر – نوتال. إذ تناول الأنموذج النوى الزوجية – الزوجية ذوات العدد الذري الأكبر من84 ($Z \geq 84$) ويتمثل هذا الأنموذج بعلاقته التجريبية على الشكل الآتي :

$$\log T_\alpha = \frac{(1.2\ Z_P + 34.9)}{\sqrt{Q_\alpha}} - 52.4 \ .....(3-8)$$

إذ إن Z_P : يمثل العدد الذري للنواة الأم ، Q_α : طاقة جسيمة ألفا العملية.

إذ طبق هذا الأنموذج على النوى جميعها التي هي قيد الدرس، كما سنرمز من الآن ولاحقاً لهذا الأنموذج بالرمز (W.M).

3-4 أنموذج تاجيبيرا ونورميا (T.N.M): Taagepera and Nurmia

اقترح الباحثان تاجيبيرا ونورميا (Taagepera & Nurmia,1961) أنموذجاً مبسطاً يقترب بشكله العام من علاقة كايكر ونوتال ويعتمد بالأساس على النوى الوليدة Z_d في وصف انبعاثات جسيمات ألفا فضلا عن عمليات الملاءمة التي أجراها وصولاً إلى بعض الثوابت في علاقته شبه التجريبية ويتمثل ذلك الأنموذج بالعلاقة الآتية :

$$\log T_\alpha = 1.61\left(\frac{Z_d}{\sqrt{Q_\alpha}} - Z_d^{2/3}\right) - 20.789 \ldots\ldots (3-9)$$

إذ طبق هذا الأنموذج على جميع النوى قيد الدرس، كما سنرمز من الآن ولاحقاً لهذا الأنموذج بالرمز (T.N.M)

3-5 أنموذج كيلر ومونزل (K.M.M): Keller and Munzel Model

اقترح الباحثان كيلر ومونزل (Keller and Munzel,1972) أنموذجاً يتضمن ثابتا يشار إليه بالرمز H_k قيم العدد الذري للنوى الوليدة الذي بدوره يتغير حسب طبيعة ونوع النوى المستخدمة فضلا عن استعمال قيم العدد الذري للنوى الوليدة Z_d في عمليات الملاءمة التي أجراها للوصول إلى صيغة شبه تجريبية تحوي على متغيرات وثوابت يتم من خلالها التوصل إلى لوغاريتم أنصاف اعمار النوى الثقيلة قيد الدرس كل حسب نوعها مبتدئة من النواة ذات العدد الذري $Z \geq 82$ ممتدة إلى آخر نواة ثقيلة اكتشفت في حينها، إذ إن هذا

الأنموذج يتمثل بالعلاقة الآتية :

$$\log T_\alpha = H_k\left(\frac{Z_d}{\sqrt{Q_\alpha} - Z_d^{2/3}}\right) - 20.226 \ldots\ldots\ldots (3-10)$$

إذ إن H_k : يساوي1.61 للنوى الزوجية –الزوجية.

إذ طبق هذا الأنموذج على جميع النوى قيد الدرس، كما سنرمز من الآن ولاحقا لهذا الأنموذج بالرمز (K.M.M).

3-6 أنموذج هورنشج(H.M): Hornshoj Model

اقترح الباحث (Hornshoj *et al.*,1974) أنموذجاً يقترح فيه صيغة شبه تجريبية مطورة تحوي على متغيرات تتغير وفقا لنوع النواة تأخذ بالأساس على Z_d و A_d (العدد الذري والكتلي للنواة الوليدة على التوالي) لتمكنه من اجراء عمليات الملاءمة وصولا إلى قيم الثوابت التي يحويها الأنموذج ليتم بعدها التوصل إلى لوغاريتم أنصاف اعمار النوى التي تناولها الباحث لجميع أنواع النوى، إذ إن قيمة الثابت يتحدد من خلال نوع النواة المدروسة، ومن الجدير بالذكر على انه بالرغم من التأثيرات القوية لزيادة عدد النيوترونات عن عدد البروتونات إلا أن العدد الذري (عدد البروتونات) للنوى الوليدة كان له التأثير المباشر في وصف انبعاث جسيمات ألفا من خلال العلاقة شبه التجريبية التي تمثلت بالأنموذج، غير أن النوى وجوارها من النوى الأخرى التي تمتلك أعداداً سحرية مزدوجة في عدد النيوترونات وفي عدد البروتونات لم يتم تفسيرها بشكل جيد ومقنع من خلال هذا الأنموذج. يتمثل هذا الأنموذج بالعلاقة الآتية:

$$\log T = 0.80307\left(\frac{A_d^{4/3} Z_d}{A}\right)\left(\frac{\arccos\sqrt{x}}{\sqrt{x}} - \sqrt{1-x}\right) - CH \ldots\ldots\ldots (3-11)$$

إذ إن المعامل X تتحد قيمته من خلال العلاقة الآتية:

$$X=0.538243QA_d^{1/3}/Z_d$$

إذ إن A_d : هو العدد الكتلي للنواة الوليدة ، Z_d : هو العدد الذري للنواة الوليدة
A : هو العدد الكتلي للنواة الأم ، Q_α: هي طاقة جسيمة ألفا
وان CH يساوي 20.347 للنوى الزوجية – الزوجية.
إذ طبق هذا الأنموذج على جميع النوى قيد الدرس، كما سنرمز من الآن ولاحقاً على هذا الأنموذج بالرمز (H.M).

3-7 أنموذج كورا (K.M): Koure Model

اقترح الباحث كورا (Koura) في عام (2002) أنموذجا يقترح من خلاله علاقة شبه تجريبية عامة ولجميع أنواع النوى الثقيلة والثقيلة جدا الذي اعتمد بصياغة أنموذجه على مبدأ إهمال الحدود ذات الرتب العالية من احتمالية اختراق حاجز الجهد (Penetration Probability neglecting higher order terms) إذ يتمثل الأنموذج بالصيغة الآتية:

$$\log_{10} \mathrm{T}_\alpha = 1.7195\sqrt{\frac{\mathrm{A}-4}{\mathrm{A}}}\frac{\mathrm{Z_d}}{\sqrt{Q_\alpha}} - 1.2091\sqrt{\frac{A-4}{A}}\sqrt{RZ_d} + 0.07466\frac{\mathrm{R}^{\frac{3}{2}}}{Z_d^{\frac{1}{2}}}\mathrm{Q}_\alpha - \log_{10}\mathrm{N_{coll}} -$$

$$1.59157 + h \ldots\ldots\ldots (3-12)$$

إذ إن $R = 1.08(A_d)^{1/3} + 2$ ، A: هو العدد الكتلي للنواة الأم.
وان $h = h_\circ \delta_{eo}$ ، و $\delta_{\mathrm{eo}=0}$ للنوى الزوجية – الزوجية ، كما ان N_{coll} تساوي $10^{20.05}$
بينما Q_α : هي طاقة جسيمة ألفا العملية ، Z_d: العدد الذري للنواة الوليدة .
وطبق هذا الأنموذج على النوى قيد الدرس كما سنرمز من الآن ولاحقاً على هذا الأنموذج بالرمز (K.M).

3-8 أنموذج رويرRoyer Model:(R.M)

اقترح الباحث رويرRoyer (Royer *et al*.,2010) عدة نماذج وذلك حسب نوع النوى المدروسة ذلك لحساب لوغاريتم أنصاف اعمار النوى وفيما يتعلق بالنوى الزوجية – الزوجية اقترح الأنموذج الآتي:

$$\log_{10}\mathrm{T} = -27.69 - 1.0441\mathrm{A}^{\frac{1}{3}}\sqrt{Z_P} + \frac{1.5702\ Z_P}{\sqrt{\mathrm{Q}_\alpha}} \ldots\ldots (3-13)$$

إذ إن A: يمثل العدد الكتلي للنواة الأم ، Z_P: يمثل العدد الذري للنواة الأم.
وطبق هذا الأنموذج على النوى قيد الدراسة (الزوجية - الزوجية)، وسنرمز من الآن ولاحقاً لهذا الأنموذج بالرمز (R.M).

3-9 انموذج فراس وميان : Firas and Mayan Model

نتيجة للتطور الحاصل في اكتشاف نوى جديدة تزيد في أعدادها الذرية عن Z=90 (عناصر ما بعد اليورانيوم)،فضلاً عن امتلاكها أعماراً نصفية ما بين الطويلة والقصيرة، أصبح من الضروري تطوير أنموذج نظري مترابط يسمح بتفسير عملية انحلال جسيمات ألفا وصولا إلى تحديد اعمارها النصفية لذا سنعتمد على قاعدة كايكر- نوتال لوصف انبعاث جسيمات ألفا للنوى الزوجية–الزوجية قيد الدرس الذي ينص على أن لوغاريتم أعمار أنصاف النوى يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لطاقة جسيمات ألفا المنبعثة.

وسيحوي هذا الأنموذج على معاملات أخرى متعلقة بالنواة وتشمل على R_dو(Z_P-2) التي تتغير بتغير النظير وان زيادة الجذر التربيعي لتلك المتغيرات سيزيد من لوغاريتم اعمار أنصاف النوى قيد الدرس وبعبارة أخرى أن زيادة العدد الكتلي A عند التحول من نظير إلى آخر للنواة الواحدة سيزيد غالباً من لوغاريتم عمر النصف ولاسيما للنوى من ذوات اعمار الانصاف الطويلة النسبية.

وانطلاقاً من النجاح الحاصل الذي يبينه الجدول (1-4) في الفصل اللاحق في قيم لوغاريتم اعمار أنصاف النوى قيد الدرس من خلال التحوير المقترح الذي اجري على أنموذج الجسيم الواحد أثناء استبدال المعادلة (*3-3*) بالمعادلة(*3-3a*) التي سنعتمدها في أنموذجنا المقترح للحصول على علاقة شبه تجريبية مطورة لحساب اعمار أنصاف النوى قيد الدرس.

وبناءً على النظامية المتعلقة بإضافة النيوترونات إلى النواة فان ذلك سيقلل من طاقة الانحلال لجسيمات ألفا الذي بدوره يزيد من لوغاريتم عمر النصف حسب قاعدة كايكر – نوتال لتصبح أكثر استقراراً، حيث اضيف الحد $\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$إلى المعادلة في أعلاه فيما يخص الأنموذج المقترح الذي يمثل نسبة زيادة النيوترونات.

واقترحت عدة ثوابت بالاعتماد على الصواب والخطأ إلى أن تم التوصل إلى تلائمات جيدة مع القيم العملية وأخيراً تمثل هذا الأنموذج بالصيغة شبه التجريبية الآتية:

$$log\ T = \frac{1.65(Z_P-2)}{\sqrt{Q_\alpha}} - 26.6 - \sqrt{\left[(1.08)(A-4)^{\frac{1}{3}}+2\right](Z_p-2)} + \left(\frac{N-Z_P}{A}\right) \dots (3-14)$$

طبقت هذه الصيغة على 65 نواة زوجية – زوجية محصورة ما بين $82 \le Z \le 102$ وسنرمز لهذا الأنموذج من الآن ولاحقاً بالرمز (F.M.M) الذي يمثل (**Firas and Mayan Model**).

3-10 تحديد الانحراف على معدل الجذر التربيعي والانحراف المعياري وعامل التوافق للنماذج المتداولة وانموذج فراس وميان:

من اجل مقارنة لوغاريتم أنصاف اعمار النوى للقيم المحسوبة من خلال النماذج المتداولة وانموذج فراس وميان (نظرياً) مع القيم المحسوبة عملياً احتسب الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (Root mean square deviation) (rmsd) للقيم العملية والنظرية من خلال العلاقة الآتية : (Ni & Ren ,2009)

$$rmsd = \sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(\log_{10} T^i_{exp.} - \log_{10} T^i_{calc.}\right)^2 / N} \dots (3-15)$$

كما احتسب الانحراف المعياري Standard deviation(σ) للقيم العملية والنظرية من خلال العلاقة الاتية : (Dong *et al* .,2008)

$$\sigma = \sum_{i=1}^{N} \frac{\left|\log_{10} T^i_{exp.} - \log_{10} T^i_{calc.}\right|}{N} \dots\dots (3-16)$$

فضلاً عن حساب معامل التوافق Agreement Factor (A.F) وللنماذج جميعها وحسب العلاقة الآتية (Ni & Ren ,2009) :

$$A.F = 10^{|\log 10(T_{1/2calc.}/T_{1/2exp.})|} \dots\dots (3-17)$$

بُرمجت المعادلات أعلاه التابعة لقيم rmsd وσ و A.F بلغة ماتلاب (Matlab) كما موضحة في الملحق المسجل في نهاية الرسالة فضلاً عن برمجة جميع النماذج المتداولة والنماذج المقترحة أيضاً بلغة ماتلاب وحسب ما مبين في الملحق المسجل في نهاية الرسالة.

3-11 منحنيات المعايرة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنوى المدروسة:

من اجل الحصول على علاقة تربط القيم العملية للوغاريتم العمر النصفي مع القيم النظرية للنوى قيد الدرس استخدمت الدالة (treat) في برنامج الماتلاب MatLab التي تقوم بترتيب قيم المحور (X) تصاعدياً تبعاً للمحور (Y) وقد أعِدَ برنامج مبسط لهذه الغاية.

3-12 تحديد القدرة الناتجة عن انحلال جسيمات ألفا :

نتيجة للتطبيقات العملية المهمة لانبعاث جسيمات ألفا ودخولها في مجال التقانات والتكنولوجيا الحديثة . ويمكننا تعويض المعادلتين (2-2) و(2-3) في المعادلة (2-1) بعد ضربها في قيمة Q_α بوحدات الجول لكل نواة للحصول على القدرة الناتجة من انبعاث ألفا وبوحدات (watt/gm) ولجميع النوى قيد الدرس.

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

الفصل الرابع

4- النتائج والمناقشة:

سنتناول في هذا الفصل عرض النتائج التي حصلنا عليها بعد القيام بإجراء الحسابات المتعلقة بجميع النماذج المتداولة وانموذج فراس وميان ومناقشة هذه النتائج في ضوء نظاميات انحلال ألفا في النوى الزوجية – الزوجية الثقيلة على أساس علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا.

وبعد ذلك سنستعرض نتائج توافق القيم العملية والنظرية لأعمار أنصاف النوى قيد الدراسة طبقاً لأعدادها الذرية وذلك من خلال معامل التوافق (A.F) ولجميع النماذج المتداولة وانموذج فراس وميان. فضلاً عن علاقة القدرة لوحدة الكتلة مع طاقة انحلال جسيمة ألفا المنحلة من كل نواة في إطار تطبيقات انحلال جسيمات ألفا في التكنولوجيا الحديثة فضلاً عن العلاقة ما بين نسبة القيم العملية للوغاريتم عمر النصف إلى القيم النظرية مع العدد الكتلي للنوى جميعها. وكذلك استخدام منحنيات المعايرة للحصول على علاقة تربط القيم العملية للوغاريتم العمر النصفي مع القيم النظرية للنوى قيد الدرس.

4-1 تحديد لوغاريتم عمر النصف للنماذج المتداولة وانموذج فراس وميان:

أجريت الحسابات اللازمة لتحديد لوغاريتم عمر النصف للنماذج المتداولة وانموذج فراس وميان وعليه فان الجداول (1,2,3,4)الموضحة في الملحق A تبين قيم الأعداد الكتلية والذرية وعدد النيوترونات فضلاً عن القيم العملية لطاقات انحلال ألفا بوحدات MeV فضلاً عن المقارنة بين القيم المحسوبة نظرياً مع القيم العملية للوغاريتم اعمار انصاف النوى قيد الدراسة طبقاً لنماذج الجسيم الواحد [($O.B.M_1$) و ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$)] ونماذج [(W.M) و (T.N.M) و(K.M.M)]إلى جانب النماذج [(K.M) و(H.M) و(R.M)] فضلاً عن انموذج (F.M.M) على التوالي.

نلحظ من هذه الجداول بان طاقات جسيمات ألفا المنحلة (العملية) لتلك النوى ونظائرها تتراوح بين 4.083MeV-9.849MeV كما أن لوغاريتم عمر النصف يتراوح من18.55 الى 6.96- لأطول وأقصر عمر نصف مثبت في الجداول أعلاه أي بمعنى تغير الطاقة مرتين تقريباً يتغير عمر النصف بوحدات الـ (sec) بمقدار 3.25×10^{25} مرة لنواة $^{232}_{90}Th$ ونواة $^{218}_{90}Th$ لذا فان عمر النصف للنوى يتغير تغيراً ملحوظاً بأقل تغير بقيم طاقات جسيمات ألفا المنحلة وأن أطول عمر نصف لتلك النوى يبعث جسيمات ألفا بطاقات واطئة والعكس صحيح.

كما نلحظ أن هناك توافقاً جيداً بين القيم العملية للوغاريتم اعمار أنصاف النوى ونظائرها والقيم المحسوبة نظرياً حسب أنموذج الجسيم الواحد ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$) مما يدل على إمكانية استخدام أنموذج الجسيم الواحد في تفسير نظرية انبعاث جسيمات ألفا وحساب عمر النصف بشكل قريب من الدقة، أما الأنموذج ($O.B.M_1$) فقد أعطى تباينات ملحوظة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم اعمار أنصاف النوى قيد الدراسة، فعلى سبيل المثال لا الحصر ففي نواة البلوتونيوم $^{242}_{94}Pu$ فان القيمة العملية لعمر نصف النواة بوحدات الـ (sec) اكبر من القيمة النظرية بمقدار 22.5 مرة وان ارتفاع حاجز الجهد لتلك النواة يقترب من (28.49) وان طاقة جسيمة ألفا داخل النواة هي (4.985MeV) ولذا فمن غير المتوقع من وجهة النظر الكلاسيكية حدوث انحلال وانبعاث جسيمات ألفا بهذه الطاقة وفي الواقع فان انحلالاً يحدث من قبل $^{242}_{94}Pu$ يمكن تفسيره حسب النظرية الكمية فقط وذلك للتسرب من خلال نفق حاجز الجهد. ان احتمالية التسرب هذه نادرة إلى درجة بحيث أن جسيمات ألفا يجب أن تقوم بمعدل 10^{20} محاولة في الثانية ولمدة 10^5 سنة تقريباً او 10^{13} ثانية تقريباً !

ومن الجدير بالذكر أن التباينات الملحوظة في قيم لوغاريتم عمر النصف العملية والنظرية في الأنموذج ($O.B.M_1$) يعزى إلى نصف قطر النواة المتمثل بالمقدار $R = 1.2(A_d^{\frac{1}{3}} + A_\alpha^{1/3})$ الذي كان له الاثر الكبير في تلك التباينات بالموازنة مع الأنموذجين ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$). إذ نلحظ أن تلك التباينات قد قلت بنسبة تصل إلى 100% ويتم ذلك من خلال مقارنة قيم (σ) و (rmsd) المثبتين بالجدول (1-4) علماً أن أنصاف

أقطار النوى في الأنموذجين في أعلاه تساوي ($R=1.08\ A_d^{1/3}+2$) و ($R=1.4\ A^{1/3}$) على التوالي وفي الحقيقة ان جسيمة ألفا لا تنفصل كلياً من النواة الوليدة عندما تغادر حاجز الجهد الكولومي (wong,1990). وان تغير نصف القطر بمقدار 2% سيغير من قيمة ثابت الانحلال بمقدار (3-2) إضعاف مما سينعكس على عمر النصف للنواة فضلاً عن التناسب العكسي ما بين نصف قطر النواة وارتفاع حاجز الجهد.

أما في بقية النماذج المتداولة التي يبينها الجدول (2) والجدول (3) فقد أعطت توافقات مقبولة وجيدة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم اعمار أنصاف التوى قيد الدرس ويمكننا اعتماد تلك النماذج في تفسير نظرية انبعاث جسيمات ألفا للنوى الزوجية – الزوجية.

ويبين الجدول (4) جميع المعطيات التي تضمنتها الجداول السابقة ولكن حسب انموذج فراس وميان، العمل الحالي،(F.M.M) والمذكورة في الفقرة(9-3) من الفصل الثالث.

وبالعودة إلى نتائج الجدول (4) فإن انموذج فراس وميان يمكن ان يكون أنموذجاً مقبولاً حيث يقدم وصفاً جيداً لنظاميات انحلالات جسيمات ألفا وذلك للتوافق ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي هذا ما سيوضحه الجدول (1-4) الذي يتضمن مقارنات قيم الـــ(rmsd) و (σ) .

4-2 حسابات الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (rmsd) والانحراف المعياري (σ) :

احتسبت قيم الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (rmsd) والانحراف المعياري (σ) للنماذج المتداولة وانموذج فراس وميان ذلك من أجل إجراء المقارنات بين تلك النتائج وللنماذج جميعها حيث بالإمكان الاستدلال على صحة التوافقات بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم عمر النصف للنوى قيد الدرس إذ كلما كانت النتائج أقل من الواحد لكل من (rmsd) و (σ) يكون بالامكان اعتماد الأنموذج في تفسير نظرية انبعاث جسيمات ألفا وتحديد لوغاريتم اعمار النصف لها ،كما تعد تلك الاستدلالات عمليات إحصائية دقيقة تفسر لنا كثيراً من المتغيرات التي يتم معالجتها. حيث يبين الجدول (1-4) قيم الانحراف عن معدل الجذر التربيعي وقيم الانحراف المعياري وللنماذج جميعها.

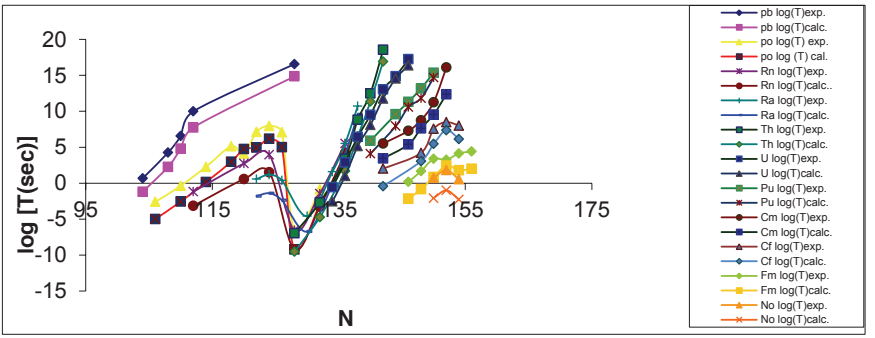
جدول (1-4): يبين قيم الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (rmsd) وقيم الانحراف المعيار(σ) للنماذج جميعها.

النماذج	rmsd	σ
O.B.M$_1$	2.008	1.9058
O.B.M$_2$	0.92	0.77
O.B.M$_3$	0.91	0.75
W.M	0.797	0.687
T.N.M	0.77	0.619
K.M.M	0.609	0.431
H.M	0.583	0.4088
K.M	0.611	0.42
R.M	0.629	0.424
F.M.M	0.68	0.5

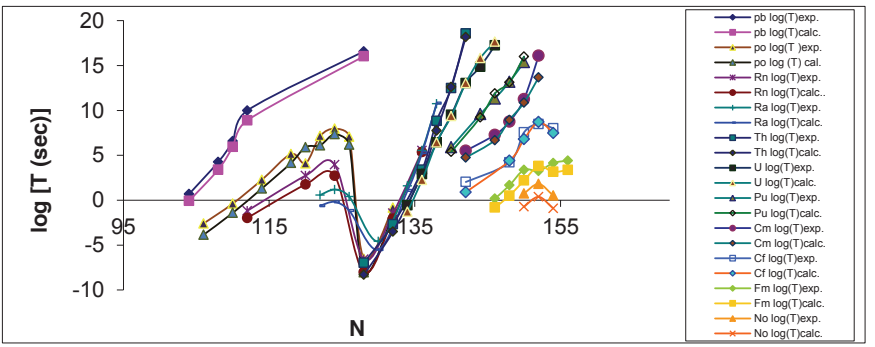
يتضح لنا جلياً من الجدول (1-4) أن انموذج فراس وميان (F.M.M) يعد من النماذج التي يمكن أن نعول عليها في تحديد قيم لوغاريتم اعمار النصف للنوى الزوجية – الزوجية قيد الدرس إلى جانب جميع النماذج المتداولة. حيث تتراوح ضمن المدى المقبول ما عدا الأنموذج ($O.B.M_1$) الذي سجل انحرافات عالية القيمة وتباينات ملحوظة بين القيم النظرية والعملية للوغاريتم اعمار النصف وتم تعليل ذلك في الفقرة (1-4) من هذا الفصل.

4-3 علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات :

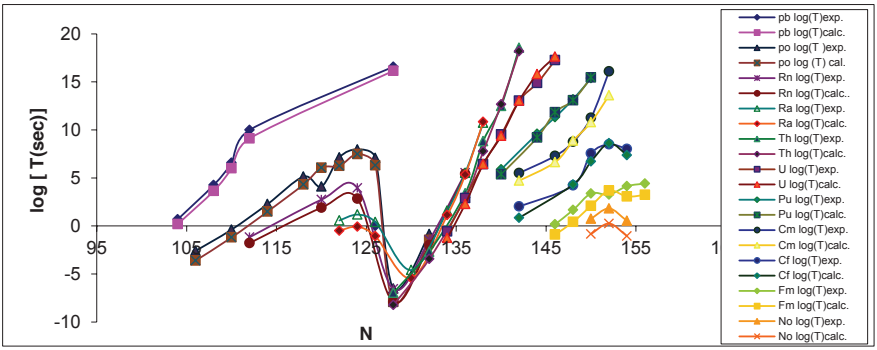
ولأجل إجراء مقارنات ما بين القيم العملية والنظرية لأعمار أنصاف النوى قيد الدرس يمكن ذلك من خلال الأشكال (4-1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) التي تبين العلاقة ما بين القيم المشار إليها في أعلاه مع عدد النيوترونات للنماذج جميعها.



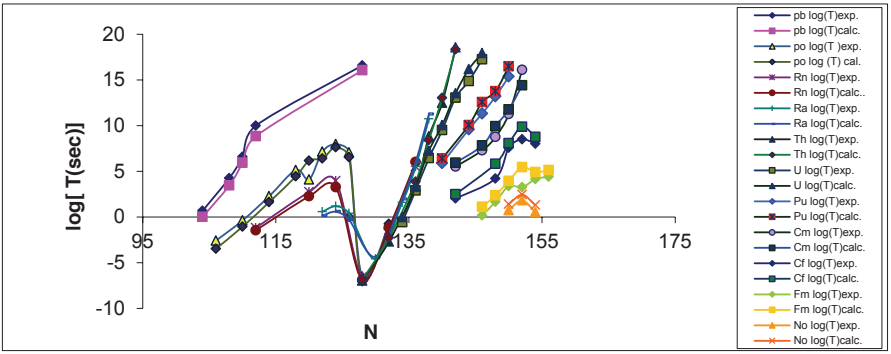
الشكل (4-1)علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_1$)



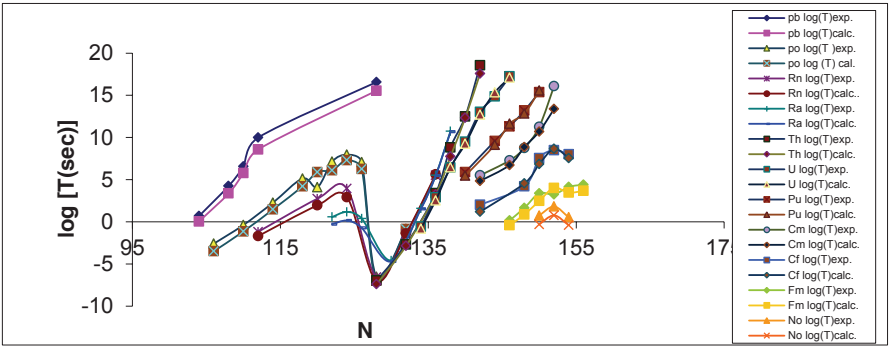
الشكل (4-2) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية-الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_2$)



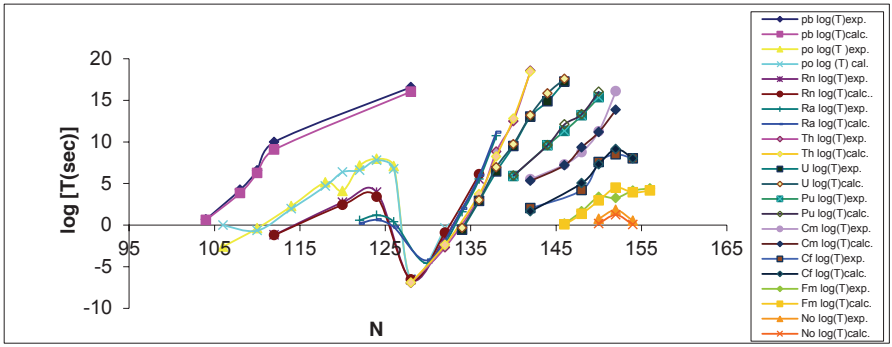
الشكل (4-3) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_3$)



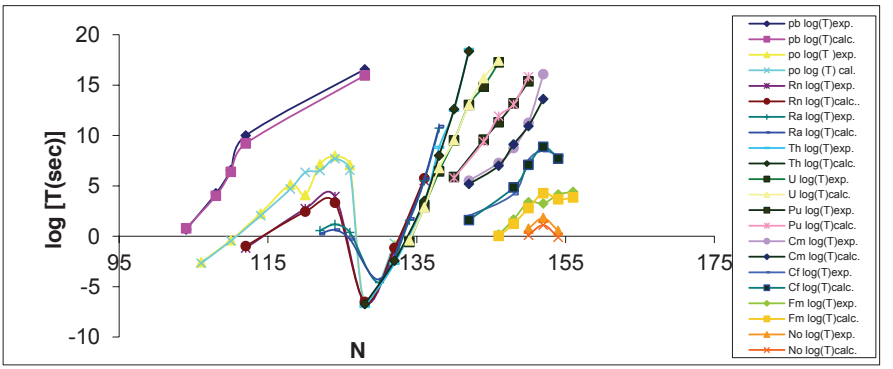
الشكل (4-4) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (W.M)



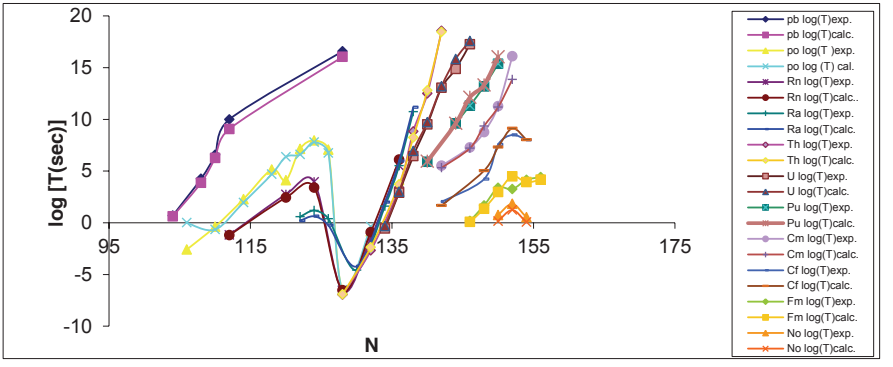
الشكل (4-5) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (T.N.M)



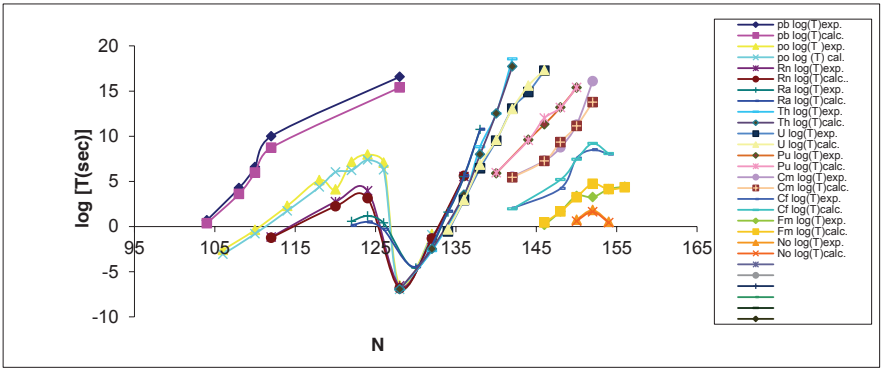
الشكل (4-6) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M.M)



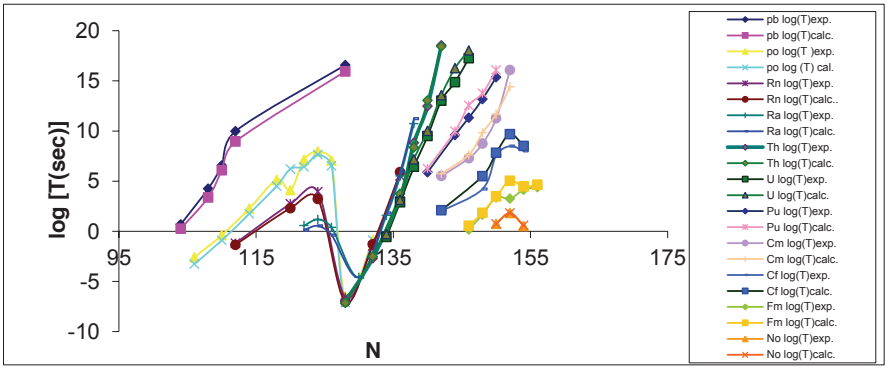
الشكل (4-7) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (H.M)



الشكل (4-8) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M)



الشكل (9-4)علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية –الزوجية حسب أنموذج (R.M)



الشكل (10-4) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع عدد النيوترونات N للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M).

يتبين من الأشكال في أعلاه والتابعة لجميع النماذج المتداولة وانموذج فراس وميان إن لوغاريتم عمر النصف يزداد مع زيادة عدد النيوترونات (N) ماعدا النوى التي تمتلك أعداداً سحرية سواء في عدد النيوترونات (N) أو في عدد البروتونات (Z) أو كليهما أو النوى التي تمتلك أعداداً قريبة من الأعداد السحرية، حيث نلحظ أن نوى البولونيوم $^{210}_{84}Po_{126}$ والبولونيوم $^{212}_{84}Po_{128}$ والرادون $^{214}_{86}Rn_{128}$ والراديوم $^{214}_{88}Ra_{126}$ بان لوغاريتم عمر النصف يقل عند هذه النوى ويعود السبب في ذلك إلى امتلاكها أعداداً سحرية أو أعداداً قريبة من الأعداد السحرية التي تشير إلى قشرة نيوترونات مغلقة بمعنى أن النواة تصبح أكثر استقراراً فيزداد العمر النصفي مع زيادة عدد النيوترونات بعد الأعداد السحرية.

ومن الجدير بالملاحظة أن لوغاريتم العمر النصفي لنواتي الرصاص $^{182}_{82}Pb_{104}$ ونواة الثوريوم $^{218}_{90}Th_{128}$ كان أقل ما يمكن بالموازنة مع نظائرهما ولكن السلوك اختلف عن سلوك النوى المذكورة انفاً من حيث الزيادة والنقصان في لوغاريتم عمر النصف بسبب أننا قد ابتدأنا بهذه النظائر التي تمتلك أعداداً سحرية أو قريبة من الأعداد السحرية.

وبشكل عام فان طاقة جسيمات ألفا قبل (N=126) تزداد ببطء مع زيادة عدد النيوترونات (N) وان العمر النصفي يتذبذب مع عدد النيوترونات كما أن طاقة جسيمة ألفا (Q_α) تقل بحدة والعمر النصفي يزداد بسرعة بين (N=126) و (N=142) وبعد ذلك تزداد طاقة جسيمة ألفا (Q_α) مرة اخرى والعمر النصفي يقل عندما يزداد عدد النيوترونات.

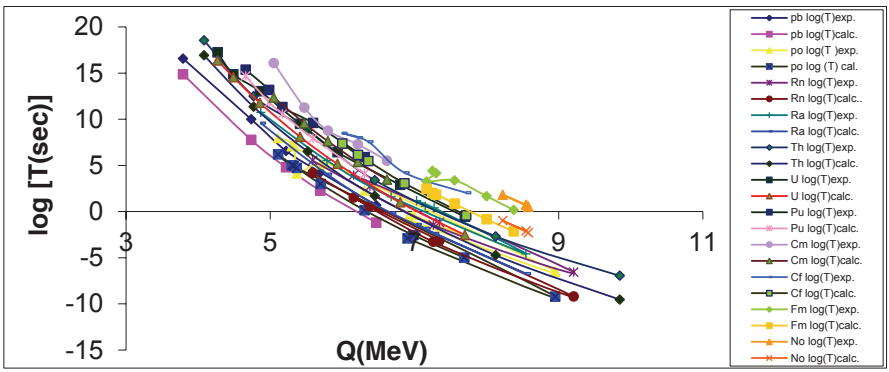
إن النواة التي تمتلك (Z=82) كعدد سحري تكون مستقرة بشكل كافٍ وبهذا ستنحل بانبعاث جسيمة ألفا بطاقة عالية كما أن النواة التي تمتلك (Z=82) لها تأثير أقل في خواص انحلال ألفا من النوى التي تمتلك (N=126) لان زيادة عدد النيوترونات يتغلب على قوة التنافر الكولومي بين البروتونات فتجعل النواة أكثر استقراراً وبهذا يزداد العمر النصفي وتقل طاقة انحلال ألفا.

4-4 علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال ألفا:

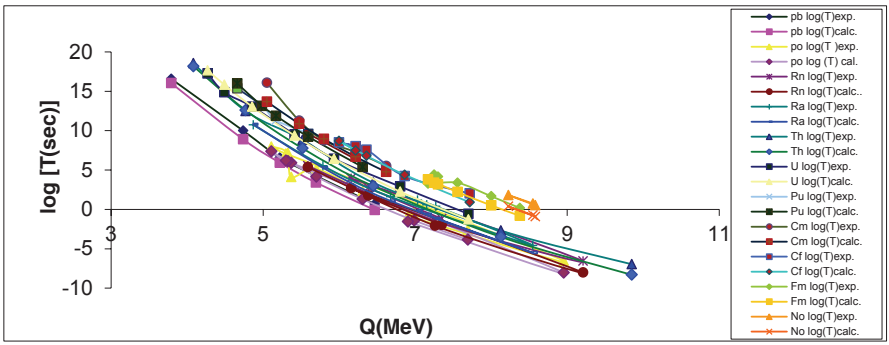
من النظاميات والنهج التي يمكن ملاحظتها في انحلالات جسيمة ألفا وهي أن القوى الباعثة لجسيمات ألفا بطاقات انحلال كبيرة تكون ذات اعمار نصفية قصيرة وبالعكس وضعت صيغة رياضية تجريبية عام 1928 حسب قاعدة كايكر – نوتال وهي أن التغير الكبير في اعمار النصف ربما ينسب إلى الجذر التربيعي لطاقة جسيمات ألفا $\sqrt{Q_\alpha}$ المنبعثة.

إن اعتماد طاقة الانحلال لجسيمات ألفا على العدد الكتلي A (أو على Z أو N) تكون "منتظمة ماعدا قرب الأعداد السحرية ولا سيما عند (Z=82) أو (N=126).

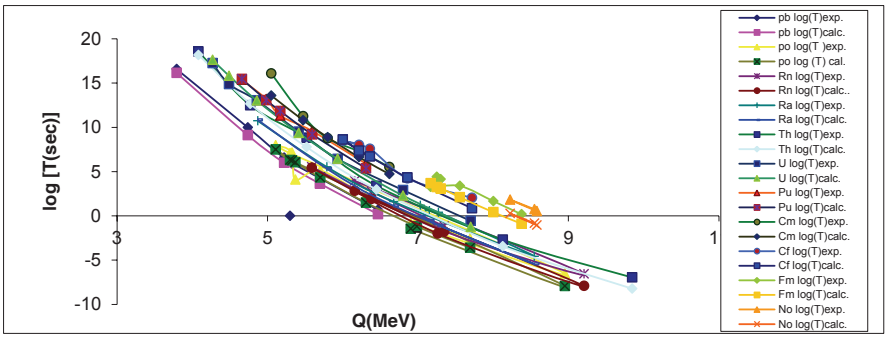
الأشكال ((4-11) إلى (4-20)) تقارن انحراف أعمار النصف المحسوبة نظريا حسب النماذج المتداولة والأنموذج المقترح عن القيم العملية مع طاقة انحلال جسيمة ألفا Q_α للنوى قيد الدراسة الأشكال.



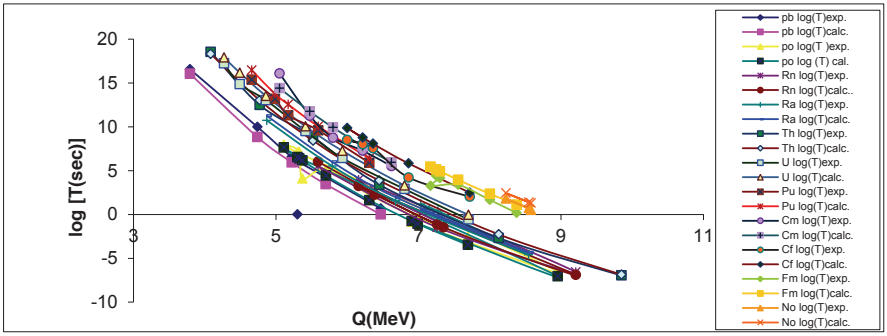
الشكل (4-11) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_1$)



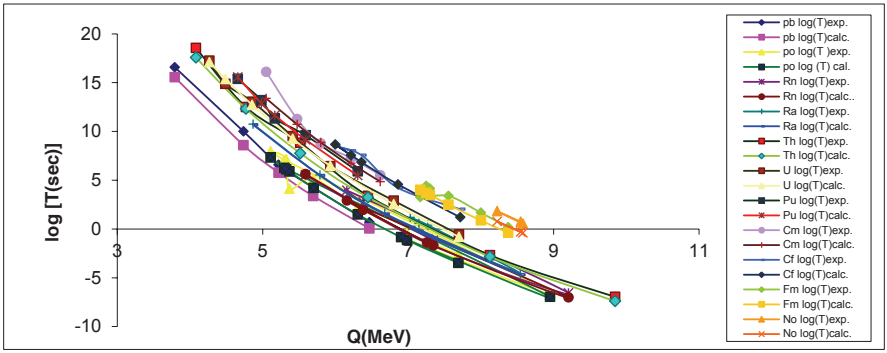
الشكل (4-12) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_2$)



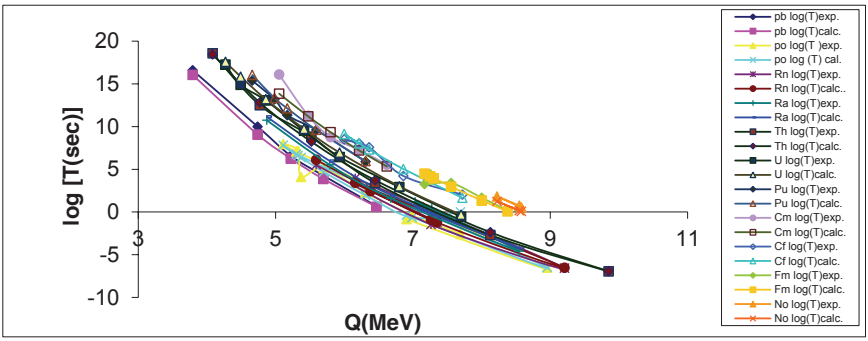
الشكل (4-13) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_3$)



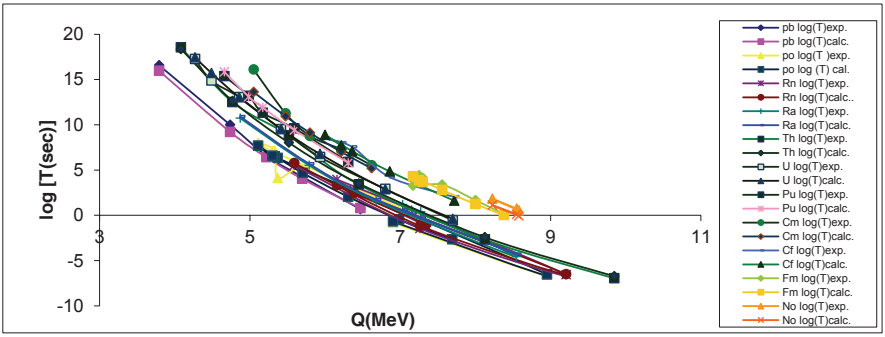
الشكل (4-14) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (W.M)



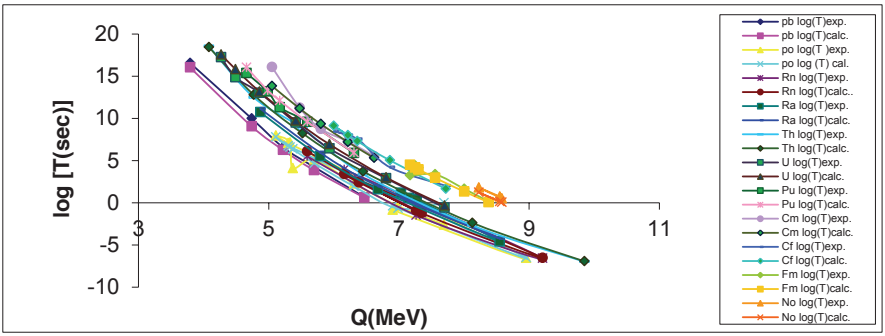
الشكل (4-15) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (T.N.M)



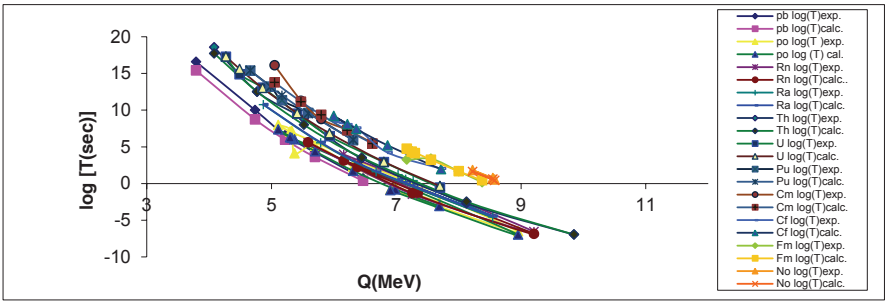
الشكل (4-16) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M.M)



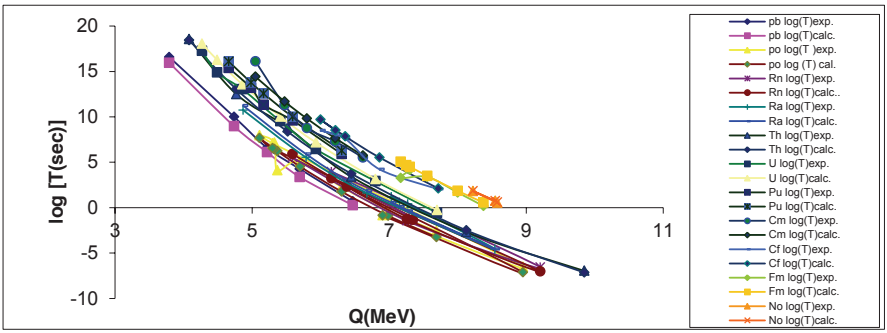
الشكل (4-17) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (H.M)



الشكل (4-18) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج



الشكل (4-19) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (R.M)



الشكل (4-20) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال جسيمة ألفا (Q_α) للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M)

تبين الأشكال (4-11,12,13,14,15,16,17,18,19,20) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع طاقة انحلال ألفا للنوى الزوجية – الزوجية قيد الدرس حسب قاعدة كايكر – نوتال إذ تكون العلاقة عكسية تقريباً، فيما عدا النوى التي تحمل أعداداً سحرية سواءً في عدد البروتونات أو عدد النيوترونات كما في نواة $^{210}_{84}Po_{126}$ و $^{212}_{84}Po_{128}$ و $^{214}_{86}Rn_{128}$ و $^{214}_{88}Ra_{126}$ و $^{218}_{88}Ra_{130}$ إذ تحوي على أعداد سحرية أو أعداد قريبة من الأعداد السحرية وبهذا لا تخضع هذه النوى لتلك النظامية .

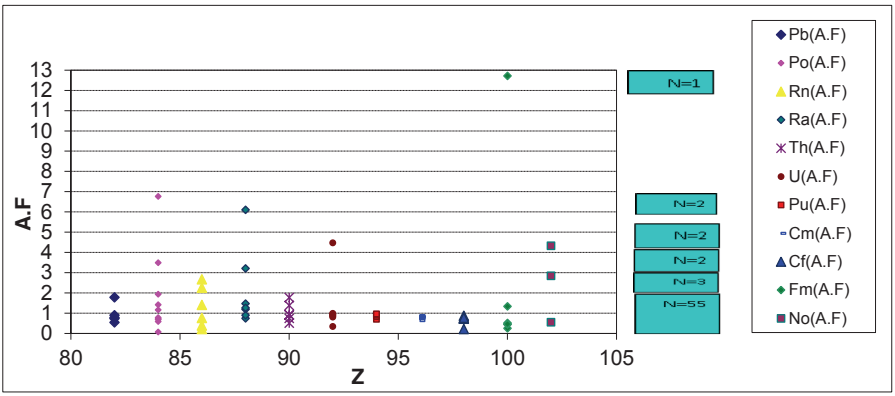
وتجدر الإشارة إلى النوى المتمثلة بـ $^{252}_{98}Cf_{154}$ و $^{254}_{100}Fm_{154}$ و $^{256}_{102}No_{154}$ بالرغم من عدم امتلاكها أعداداً سحرية أو أعداداً قريبة منها فان لوغاريتم عمر النصف لهذه النوى سواء اكان نظرياً أو عملياً قد سلك سلوك النوى التي تمتلك أعداداً سحرية وهذا الوصف ينطبق على النماذج جميعها.

نتيجة قصر مدى القوى النووية فان طاقة الترابط الكلية للنواة تتناسب تقريباً مع عددها الكتلي (A)أي عدد النيكلونات في النواة، ومن ناحية أخرى فان قوى التنافر الالكتروستاتيكية بين البروتونات ذات مدى طويل جداً ولذلك نجد إن الطاقة الالكتروستاتيكية تتناسب تقريباً مع Z^2 وعليه فالنوى ذات عدد كتلي 210 أو أكثر تكون كبيرة جداً بحيث أن القوة النووية قصيرة المدى لا تستطيع أن تحفظ النيكلونات بعضها مع بعض ضد تأثير القوة الالكتروستاتيكية وعليه تنبعث من هذه النوى جسيمات ألفا لكي تساعد على استقرارية النواة عن طريق تقليص حجمها كونها جسيمات تكون مترابطة بقوة عالية جداً فيما بينها، فلكي تنبعث جسيمة من النواة فأنها يجب أن تمتلك طاقة حركية وتكتسب جسيمة ألفا هذه الطاقة بدلاً من نويات منفردة أو نوى $^{3}_{2}He$ نتيجة للفرق بين كتلتها وكتلة نيكلوناتها الأربعة المأخوذة من النواة وان انبعاث جسيمات ألفا فقط هو ممكن ان يحدث تلقائياً حيث $Q_\alpha > 0$ في حين يتطلب انبعاث جسيمات اخرى طاقة خارجية لإنجاز عملية الانبعاث (Beiser,2003).

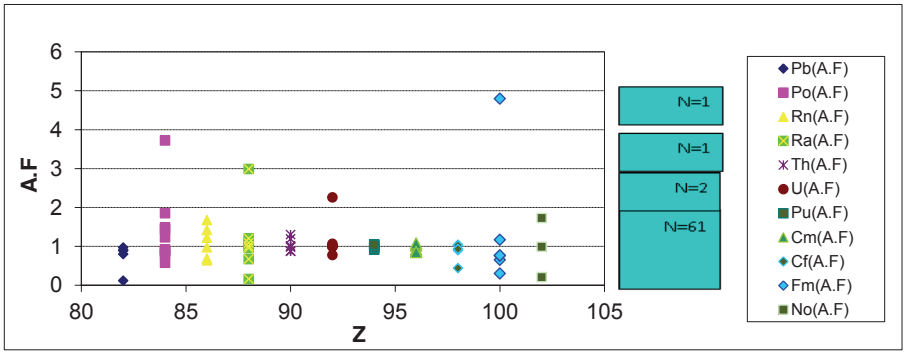
4-5 علاقة معامل التوافق بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي مع العدد الذري للنوى:

من العمليات الإحصائية الدقيقة التي يمكن من خلالها اختبار النتائج المحسوبة لعدد من المتغيرات الفيزياوية ومقارنتها مع النتائج العملية المثبتة والمعتمد عليها هو تحديد معامل التوافق الذي احتسب من خلال المعادلة (3-17) من الفصل الثالث وللنماذج جميعها وبناءً على القيم المستحصلة لهذا المعامل يمكن لنا تحديد التوافقات ومدى دقتها ما بين القيم المحسوبة نظرياً والقيم العملية للوغاريتم أعمار النصف للنوى الزوجية–الزوجية قيد الدرس .

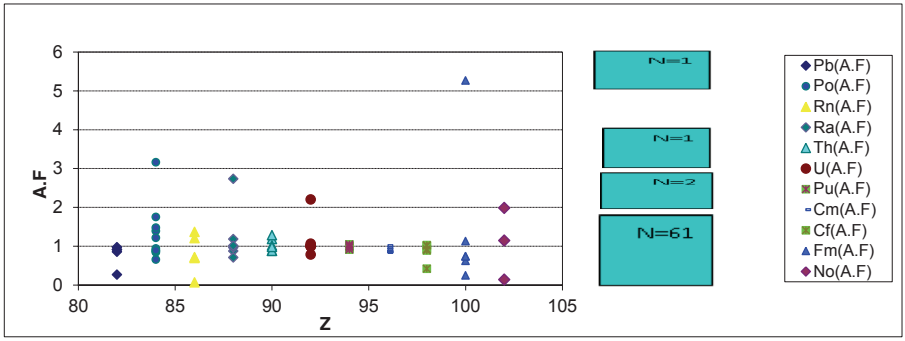
والأشكال (4-21,22,23,24,25,26,27,28,29,30) توضح العلاقة ما بين معامل التوافق والعدد الذري للنوى وللنماذج جميعها.



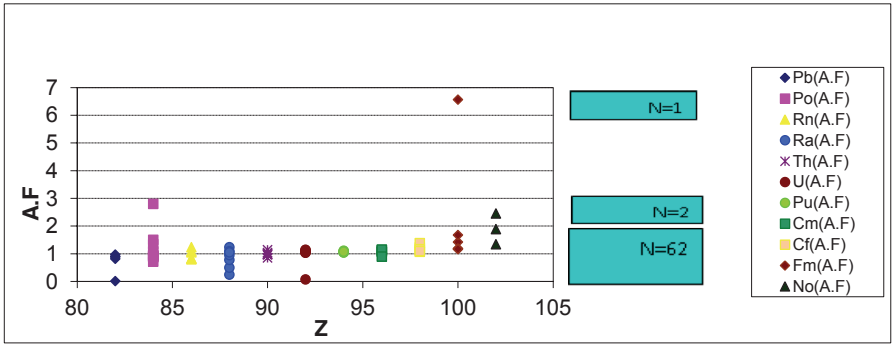
الشكل (4-21) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_1$)



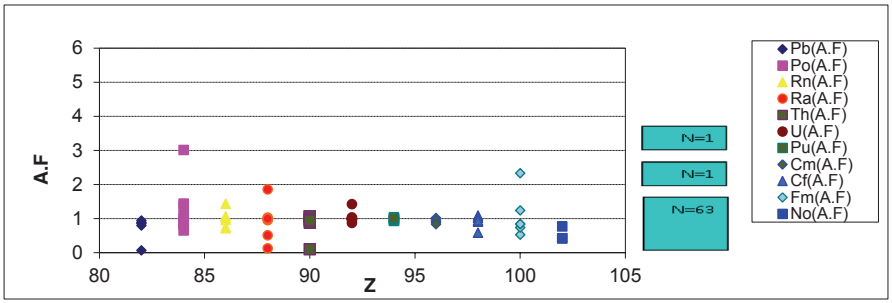
الشكل (4-22) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_2$)



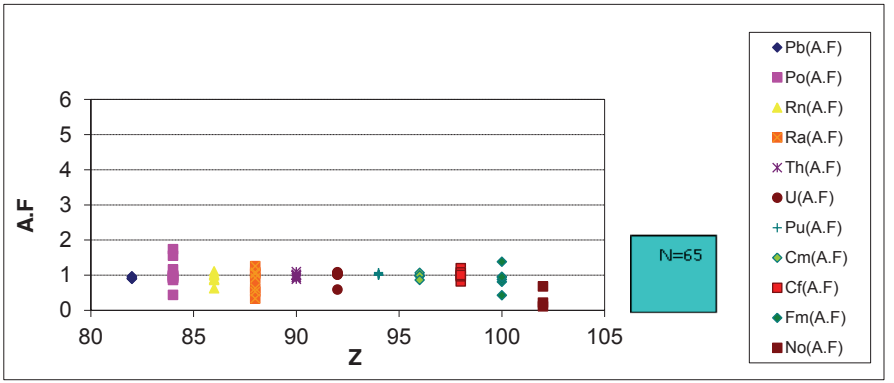
الشكل (4-23) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج ($O.B.M_3$)



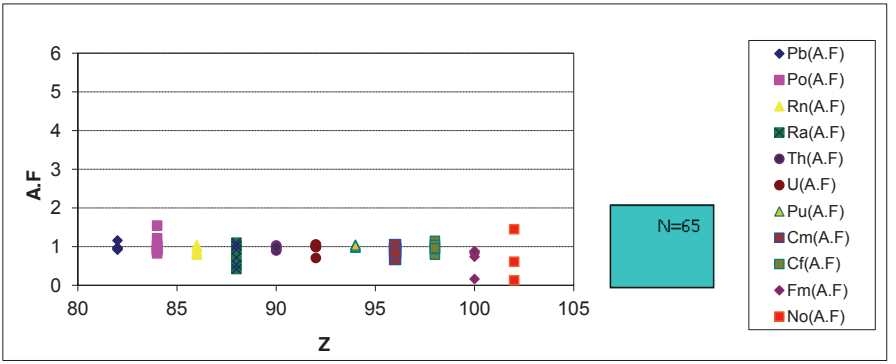
الشكل (4-24) علاقة مع معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (W.M)



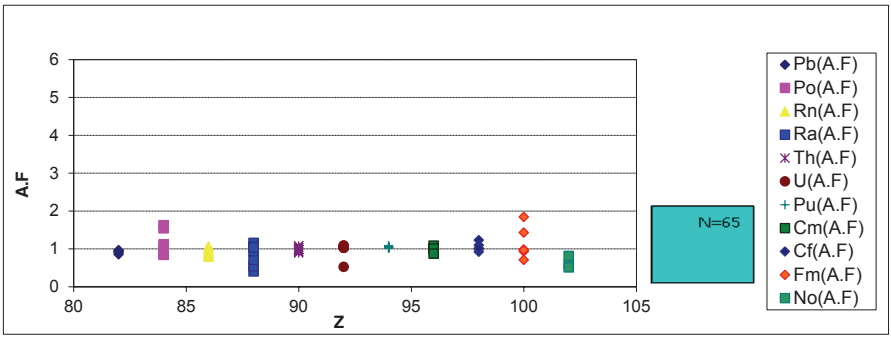
الشكل (4-25) 45علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (T.N.M)



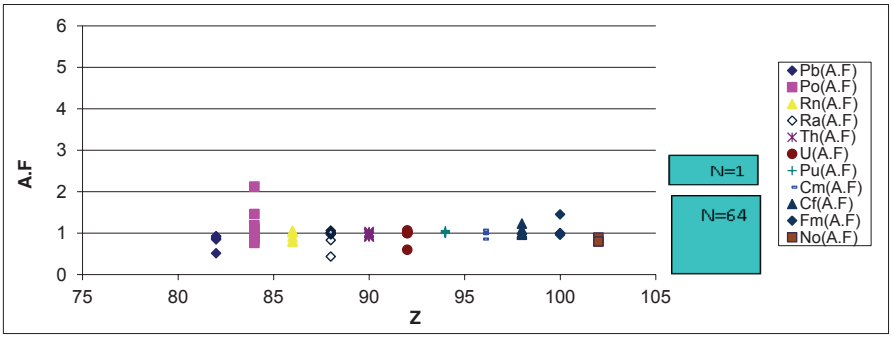
الشكل (4-26) 45علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M.M)



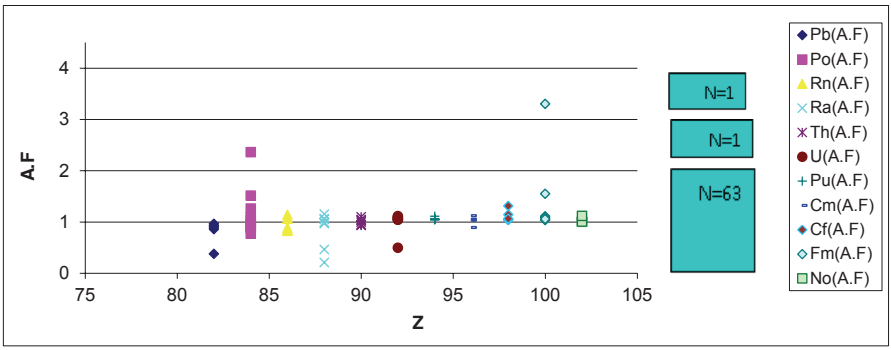
الشكل (4-27) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (H.M)



الشكل (4-28) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (K.M)



الشكل (4-29) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (R.M)



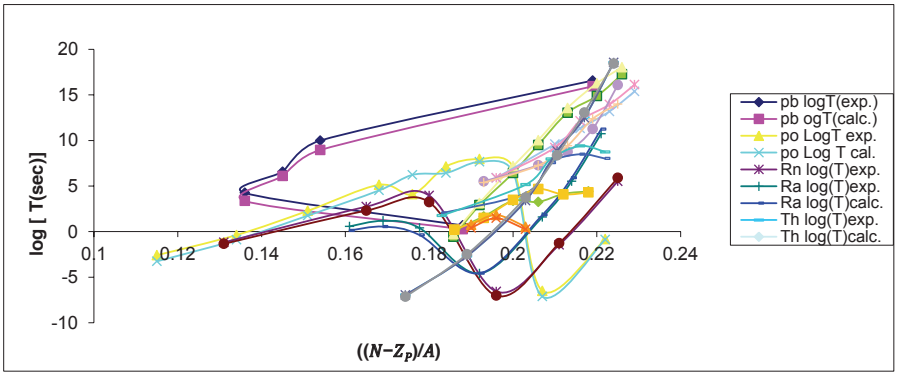
الشكل (4-30) علاقة معامل التوافق (A.F) مع العدد الذري Z للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M)

يتضح جلياً من الأشكال (4-21,22,23,24,25,26,27,28,29,30) إن معظم النوى تقع ضمن المدى(0-2) إذ نلحظ من النماذج(K.M.M) و (H.M) و (K.M) إن عدد النوى التي وقعت ضمن المدى (0-2) كعامل توافق مقدارها 65 نواة. وان الأنموذج (R.M) قد أعطى 64 نواة ضمن المدى (0-2) ونواة واحدة خارج هذا المدى، والأنموذج (T.N.M) وانموذج فراس وميان (F.M.M) قد أعطت 63نواة ضمن المدى (0-2) ونواتين خارج هذا المدى، أما الأنموذج (W.M) فقد أعطى 62 نواة ضمن المدى (0-2) وثلاث نويات خارج هذا المدى، في حين ان الأنموذجين ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$) قد أعطيا 61 نواة ضمن المدى(0-2) وأربع نويات خارج هذا المدى. أما الأنموذج ($O.B.M_1$) فقد أعطى 55 نواة ضمن المدى (0-2) وعشرة نويات قد توزعت على عدة مديات.

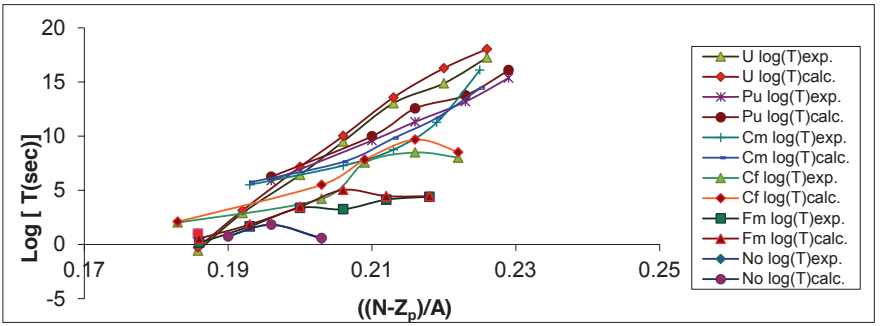
ويمكننا القول بأن النماذج (K.M.M) و (H.M) و (K.M) فضلاً عن الأنموذجين (R.M) و (F.M.M) تعد من النماذج التي أعطت أقل ما يمكن من التباينات وبهذا قد توافقت القيم المحسوبة نظرياً مع القيم العملية للوغاريتم اعمار النصف للنوى الزوجية – الزوجية المتداولة ، هذا ما وضحه أيضاً الجدول(1-4) المتعلق بقيم الانحراف عن معدل الجذر التربيعي (rmsd) وقيم الانحراف المعياري (σ).

4-6 علاقة لوغاريتم عمر النصف مع نسبة زيادة النيوترنات $\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$:

يعتمد انموذج فراس وميان (F.M.M) في تفسير نظرية انحلال ألفا وتقدير لوغاريتم اعمار النصف للنوى الزوجية - الزوجية قيد الدراسة في احد حدوده الأساسية على الحد الذي يمثل نسبة زيادة النيوترنات $\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$. يبين الشكل (4-31) والشكل (4-32) علاقة لوغاريتم عمر النصف طبقا لنسبة زيادة النيوترونات $\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$ للنوى المحصورة مابين $82 \leq Z \leq 90$ والنوى ضمن المدى $92 \leq Z \leq 102$ على التوالي.



الشكل (4-31)علاقة($\frac{N-Z_P}{A}$)مع لوغاريتم عمرالنصف للنوى الزوجية – الزوجية حسب أنموذج (F.M.M) وللنوى ضمن المدى $82 \leq Z \leq 90$



الشكل (4-32) علاقة لوغاريتم عمر النصف مع زيادة النيوترونات النسبية حسب أنموذج(F.M.M) وللنوى ضمن المدى $92 \leq Z \leq 102$

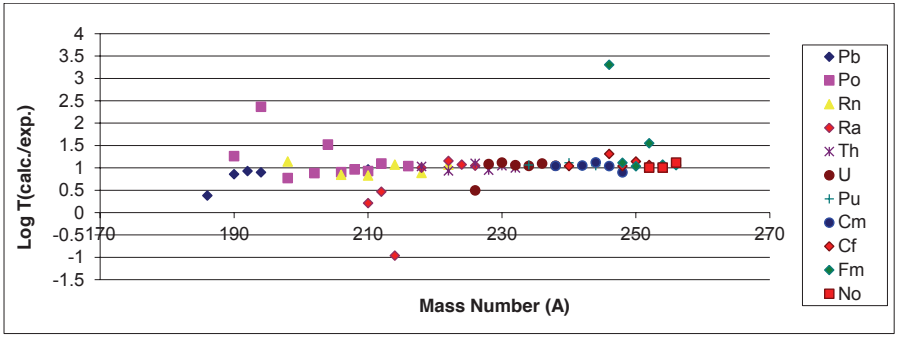
نلحظ من خلال الشكل (4-31) إن لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري للنوى ذوات المدى $82 \leq Z \leq 90$ ونظائرها لاتعطي زيادة طردية دائما مع نسبة زيادة النيوترونات $\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$ ويعزى السبب في ذلك إلى امتلاك بعض النوى ونظائرها في المدى المذكور في أعلاه أعداداً سحرية سواء في العدد الذري أو عدد النيوترونات أو أعداد قريبة من الأعداد السحرية كما ذكر ذلك مسبقا في الفقرة (4-1) من هذا الفصل.

في حين نلحظ من خلال الشكل (4-32) أن لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري لمعظم النوى ذوات المدى $92 \leq Z \leq 102$ ونظائرها يزداد طردياً مع نسبة زيادة النيوترونات $\left(\frac{N-Z_P}{A}\right)$ بمعنى إن إضافة هذا الحد أعطى زيادة نسبية للوغاريتم عمر النصف لهذه النوى.

4-7 علاقة النسبة بين لوغاريتم عمر النصف النظري إلى العملي مع العدد الكتلي للنوى قيد الدرس طبقاً لانموذج فراس وميان (F.M.M):

يبين الشكل (4-33) علاقة النسبة بين لوغاريتم عمر النصف النظري إلى العملي مع العدد الكتلي للنوى الزوجية – الزوجية قيد الدرس، إذ يتبين بأن النسبة تتمحور حول القيمة واحد تقريباً لمعظم النوى مما يؤكد التقارب الكبير ما بين القيم المحسوبة نظرياً للوغاريتم العمر النصفي مع القيم العملية طبقاً لانموذج فراس وميان (F.M.M) وبهذا تعُد تلك النسبة من الاختبارات المهمة إلى جانب الاختبارات التي قمنا بها سابقاً ولاسيما لقيم الانحراف عند معدل الجذر التربيعي (rmsd) والانحراف المعياري (σ) فضلاً عن معامل التوافق (A.F).

يبين الشكل (4-33) علاقة النسبة بين لوغاريتم عمر النصف النظري إلى العملي مع العدد الكتلي للنوى الزوجية – الزوجية قيد الدرس



الشكل (4-33) علاقة النسبة بين لوغاريتم عمر النصف النظري إلى العملي مع العدد الكتلي A

4-8 منحنيات المعايرة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي للنوى المدروسة:

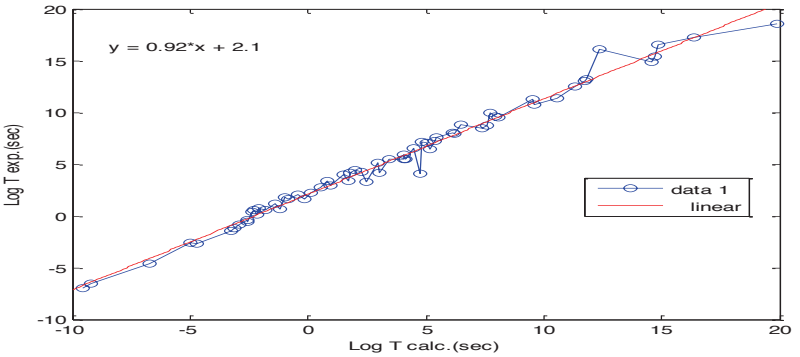
تبين الأشكال (4-34,35,36,37,38,39,40,41,42) العلاقة القوية ما بين لوغاريتم العمر النصفي العملي إلى النظري للنماذج المتداولة جميعها وانموذج فراس وميان (F.M.M).

إذ يبين الجدول (4-2) معادلات الملائمة للنماذج المتداولة والأنموذج المقترح التي تضم قيم الميل m وثوابت الملاءمة.

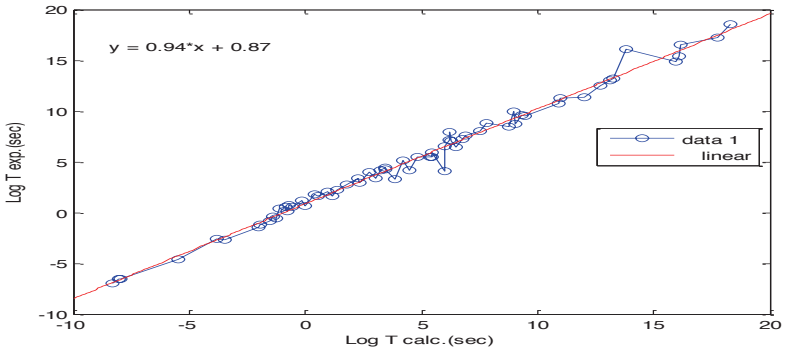
جدول (4-2) : يبين معادلات الملاءمة للنماذج المتداولة جميعها وانموذج فراس وميان.

النماذج	معادلات الملائمة
$O.B.M_1$	y= 0.92X+2.1
$O.B.M_2$	y= 0.94X+0.87
$O.B.M_3$	y= 0.94X+0.88
W.M	y=0.97X+0.072
T.N.M	y= 0.99X+0.52
K.K.M	y= 0.99X+0.048
H.M	y=1X+0.098
K.M	y= 0.98X+0.048
R.M	y= 1X+0.12
F.M.M	y= 0.96X+0.073

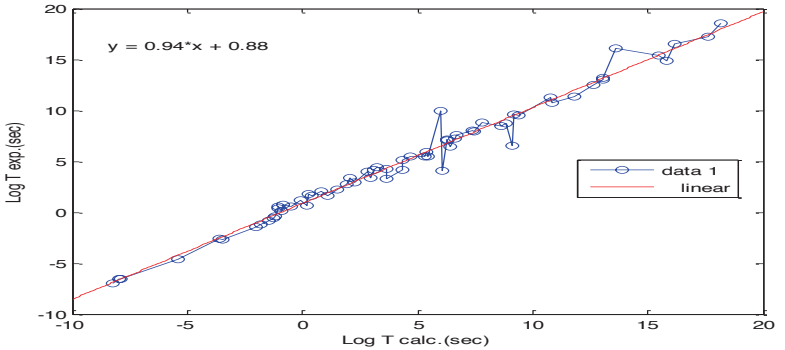
يتضح من الجدول في اعلاه ان أنموذج (H.M) يعد من النماذج التي يمكن ان نعول عليها في تقريب قيم لوغاريتم عمر النصف النظري والعملي كونه أعطى قيم لـ m تساوي واحد الى جانب انموذج فراس وميان. وان درجة الملائمة لجميع المعادلات اعلاه تقدر بـ0.94 .



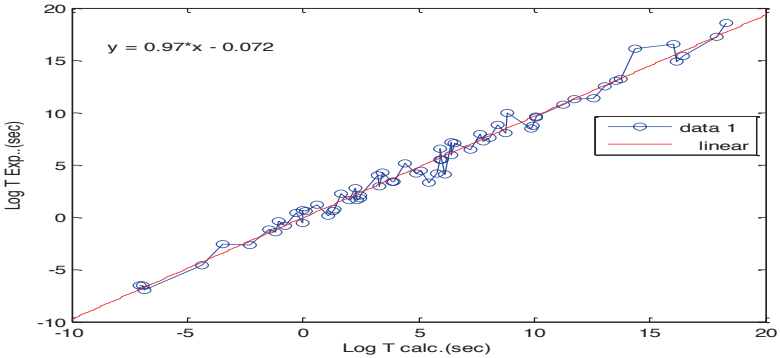
الشكل (4-34)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج($O.B.M_1$)



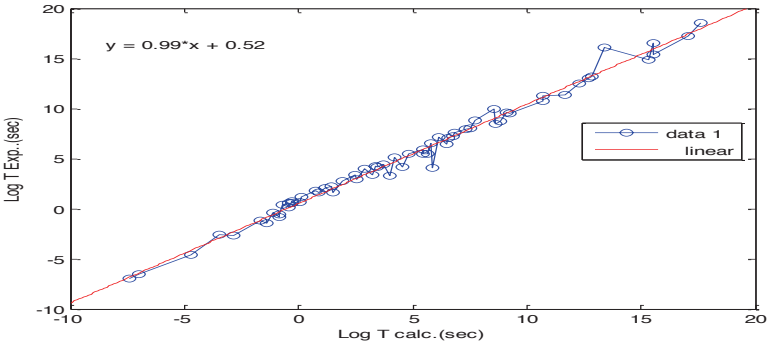
الشكل (4-35)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج($O.B.M_2$)



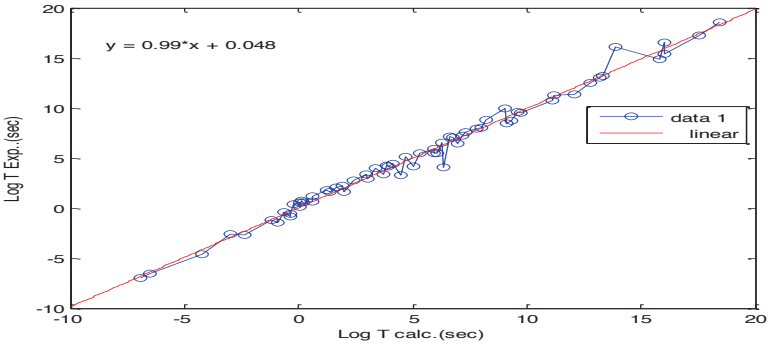
الشكل (4-36)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج($O.B.M_3$)



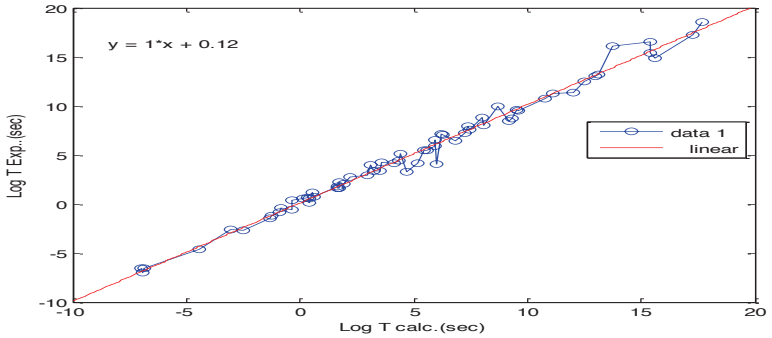
الشكل (4-37)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(W.M)



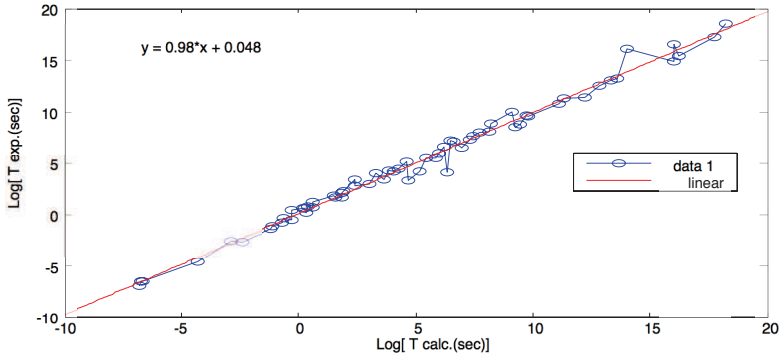
الشكل (4-38)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(T.N.M)



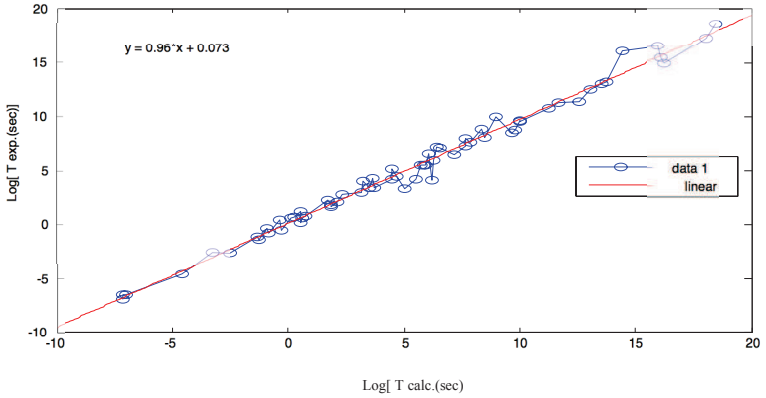
الشكل (4-39)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(K.M.M)



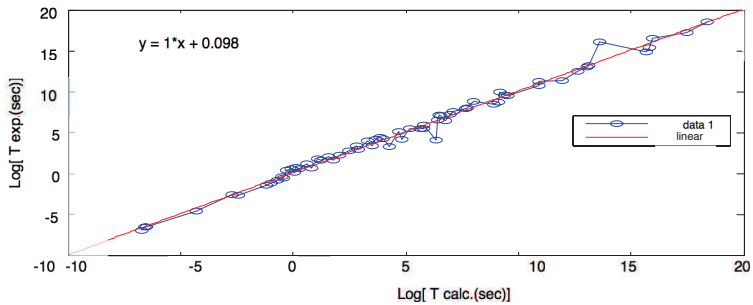
الشكل (4-40)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(R.M)



الشكل (4-41)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(K.M)



الشكل (4-42)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(F.MM)



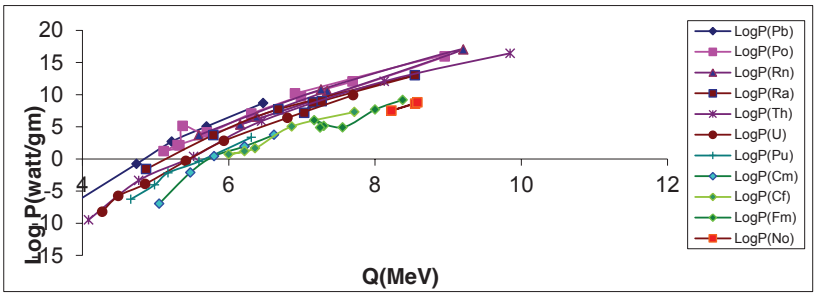
الشكل (4-43)العلاقة بين لوغاريتم العمر النصفي العملي الى النظري لانموذج(H. M)

نلحظ من الأشكال (4-34,35,36,37,38,39,40,41,42,43)إن قيمة المعامل (m) تقدر بـ (0.96) لأنموذج فراس وميان و (0.98) لأنموذج كورا و (1) للأنموذجين (H.M) و (R.M) وتُقدر قيمة m لأنموذج (T.N.M) وأنموذج (K.M.M)بـ (0.99) ولأنموذج (W.M) تساوي (0.97) و(0.92)لأنموذج ($O.B.M_1$) (0.94), للأنموذجين ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$) إذ إنmيمثل ميل العلاقة وكلما كان الميل قريباً من الواحد اقتربنا من توافقات أكثر دقة ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي إذ يتضح أن الأنموذج (H.M) يُعد من النماذج التي يمكن أن نعول عليها في توصيف نظرية انبعاث ألفا إلى جانب أنموذج فراس وميان وهذا ما أكدته القيم الإحصائية المثبتة في الجدول (4-2) وإن النماذج المتداولة الأخرى بالتأكيد ستعطي قيم لـ m مقاربة لقيم الأنموذجين (F.M.M) و (H.M) ما عدا الأنموذج ($O.B.M_1$). ومن الجدير بالذكر انه على الرغم من قيمة (rmsd) التي تكون لأنموذج روير أعلى من أنموذج كورا وكما موضح في الجدول (4-2) إلا إن أنموذج كورا أعطى قيمة لـ(m =0.98)في حين ان أنموذج روير أعطى قيمة لـ (m =1) و يؤدي الثابت في معادلة الملاءمة دوراً في تقريب قيم لوغاريتم عمر النصف النظري من العملي. فعلى سبيل المثال لو أخذنا نواة $^{194}_{82}Pb$وطبقنا عليها معادلات الملاءمة للأنموذجين كورا وروير نجد أن نسبة التطابق بين لوغاريتم عمر النصف العملي والنظري هي 98% لأنموذج روير في حين كانت هذه النسبة تقريباً 100% لأنموذج كورا.

4-9 علاقة القدرة الناتجة طبقاً لطاقة جسيمات ألفا المنحلة:

بعد تطبيق المعادلات التي اشرنا إليها في الفقرة (4-2) من الفصل الثاني الخاصة بتطبيقات انحلال ألفا تم الحصول على القدرة الناتجة عند كل نواة منحلة بوحدات (watt/gm) إذ يوضح الجدول (**5**) المثبت في الملحق **A** قيم طاقات جسيمات ألفا المنحلة والقدرة الناتجة عن كل انحلال ولوغاريتم القدرة الناتجة وللنوى جميعها.

يوضح الشكل (4-44) العلاقة بين لوغاريتم القدرة الناتجة بوحدات مع طاقات جسيمات ألفا المنحلة.



الشكل (44-4) علاقة لوغاريتم القدرة مع طاقة انحلال جسيمات ألفا بوحدات(MeV)

يوضح الشكل (44-4) العلاقة بين لوغاريتم القدرة الناتجة مع طاقات جسيمات ألفا المنحلة إذ تزداد القدرة الناتجة بزيادة طاقة جسيمات ألفا المنحلة لمعظم الحالات، و يمكن الاستفادة من تلك الطاقة في كثير من التطبيقات التكنولوجية و لاسيما للنوى التي تبعث جسيمات ألفا بطاقات أحادية وبمعدل ثابت.

4-10 الاستنتاجات :

1- أظهرت النماذج المتداولة ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$) (K.M.M) و (H.M) و (K.M) و(R.M)(W.M) (T.N.M) وانموذج فراس وميان (F.M.M) من خلال قيم (rmsd)

و (σ) ومعامل التوافق (AF) تقاربات مقبولـــة وجيدة بـــين لوغاريـــتم عمر النصف العمـــلي والنظـــري فيما عدا الأنموذج ($O.B.M_1$)، إذ يمـــكن الاعتمـاد عليهـــم في وصف انبعـــاث جسيمة ألفا وتحديد الاعمار النصفية للنوى الزوجية – الزوجية قيد الدرس.

2- أظهرت النسبة ما بين القيمة النظرية إلى القيمة العملية لإعمار أنصاف النوى المدروسة مع العدد الكتلي (A) قيمة تتمحور حول الواحد مما يدل على إمكانية الاعتماد على انموذج فراس وميان في تفسير نظرية انبعاث ألفا.

3- أظهرت المتغيرات التي اعتمدناها في اقتراح أنموذجنا الحالي ولاسيما قيم الأعداد الذرية للنوى الوليدة إلى جانب قيمة انصاف أقطار النوى التي تضمنها أنموذج الجسيم الواحد، فضلاً عن قيم الثوابت المستحصلة من خلال الملاءمة، صحتها في حصول توافقات جيدة.

4- إن اعتماد طاقة الانحلال على A أو (Z,N) يكون منتظماً فيما عدا القيم التي تمثل أعداداً سحرية وهذه الخواص مشابهة لما هو متوقع من القانون شبه التجريبي للكتلة.

5- إن عمر نصف النوى التي لها قيمة معينة للعدد الذري Z هو عبارة عن دالة مستمرة لطاقة الانحلال ولا سيما بالنسبة للنوى الزوجية – الزوجية وهذه العلاقة تعكس طبيعة عملية الانحلال.

6- يمكن اعتماد المعادلات المستحصلة من منحنيات المعايرة في حساب لوغاريتم العمر النصفي للنوى قيد الدرس التي بينت أن انموذج فراس وميان أعطى قيمة لـ m قريبة من الواحد مما يدل على التقارب ما بين القيم العملية والنظرية للوغاريتم العمر النصفي.

7- أظهرت قيم القدرة الناتجة بوحدات watt/gm زيادات طردية مع زيادة طاقة جسيمة ألفا المنحلة لمعظم النوى التي يمكن توظيفها والاستفادة منها في العديد من التطبيقات المهمة في التكنولوجيا الحديثة.

4-11 المقترحات:

1- استخدام علاقتنا شبه التجريبية المتمثلة بـ F.M.M لنوى زوجية - زوجية تمتد إلى (Z=130).
2- استخدام علاقتنا شبه التجريبية المتمثلة بـ F.M.M ضمن المدى من Z=82إلى Z=130 لبقية النوى الفردية – الفردية، الزوجية – الفردية إلى جانب النوى الفردية – الزوجية مع إضافة الحد الذي يمثل تأثير الزخم الزاوي لما له من أهمية في تحديد أعمار النصف وفي حالة عدم تطابق القيم النظرية والعملية عندها يلزم إعادة عملية الملاءمة للحصول على ثوابت جديدة.
3- محاولة اقتراح طريقة نظرية لحساب طاقة انحلال جسيمة ألفا Q_α ومقارنتها بالقيم العملية من دون معرفة طاقة الانحلال الكلية والمتمثلة بالمعادلة (7-2) معتمدين على طاقة الارتباط الكلية لجسيمة ألفا.
4- تحديد الاعمار النصفية الثقيلة جداً(Super heavy) من انحلال الانشطار التلقائي كونه الانحلال المهيمن في تلك النوى ،من خلال اقتراح علاقة شبه تجريبية مع إدخال الحد المتمثل بنسبة زيادة النيوترونات $(\frac{N-Z_p}{A})$ ومقارنتها مع القيم العملية .

الملاحق

الملحق A :

جدول (1): الأعداد الكتلية والذرية وعدد النيوترونات والقيم العملية لطاقات انحلال ألفا بوحدات MeV ومقارنة بين القيم العملية للوغاريتم اعمار أنصاف النوى مع القيم النظرية حسب النماذج ($O.B.M_1$) و($O.B.M_2$) و($O.B.M_3$)

A , Z , N	Q_α (MeV)	logT(exp.)	logT(calc.) for $O.B.M_1$	logT(calc.) for $O.B.M_2$	logT(calc.) for $O.B.M_3$
186,82,104	6.47	0.68	-1.2069	-0.0211	0.1799
190,82,108	5.697	4.25	2.2649	3.4701	3.633
192,82,110	5.221	6.57	4.797	6.0148	9.104
194,82,116	4.738	9.99	7.7541	8.9862	5.9927
210,82,128	3.792	16.57	14.863	16.1457	16.1433
190,84,106	7.693	-2.59	-4.9918	-3.7998	-3.6062
194,84,110	6.987	-0.38	-2.5678	-1.3604	-1.2007
198,84,114	6.309	2.27	0.1443	1.3682	1.4934
202,84,118	5.701	5.13	2.9818	4.2223	4.313
204,84,120	5.37	4.1	4.7356	5.9858	6.0581
206,84,122	5.327	7.14	4.9373	6.1912	6.251
208,84,124	5.11	7.96	6.1808	6.1912	7.486
210,84,126	5.3	7.07	5.0058	6.2658	6.3024
212,84,128	8.954	-6.52	-9.2189	-8.0098	-7.9308
216,84,132	6.906	-0.84	-2.9271	-1.5016	-1.4695
198,86,112	7.349	-1.18	-3.1514	-1.9258	-1.7856
206,86,120	6.384	2.74	0.5674	1.8192	1.8975
210,86,124	6.159	3.95	1.5173	2.7786	2.8301
214,86,128	9.208	-6.57	-9.2148	-7.9883	-7.9191
218,86,132	7.263	-1.46	-3.2779	-2.0232	-1.999
222,86,136	5.59	5.52	4.1596	5.448	5.422
210,88,122	7.152	0.57	-1.8263	-0.5634	-0.4976
212,88,124	7.032	1.18	-1.399	-0.1315	-0.079
214,88,126	7.273	0.39	-2.378	-1.1113	-1.0666
218,88,130	8.546	-4.59	-6.7309	-5.4749	-5.4365
222,88,134	6.679	1.59	-0.1552	1.1313	1.1225
224,88,136	5.789	5.52	4.0574	5.3627	5.3269
226,88,138	4.871	10.73	9.5718	10.9008	10.8331
218,90,128	9.849	-6.96	-9.5359	-8.2762	-8.2262
222,90,132	8.127	-2.69	-4.7378	-3.4543	-3.445
226,90,136	6.45	3.39	1.7024	3.0159	2.9786
228,90,138	5.52	8.825	6.4979	7.8324	7.766
230,90,140	4.77	12.49	11.3462	12.7018	12.6561
232,90,142	4.083	18.55	16.9175	18.297	18.1694
226,92,134	7.701	-0.57	-2.5472	-1.2354	-1.2561
228,92,136	6.803	2.9	0.989	2.3169	2.2717
230,92,138	5.933	6.43	5.1605	6.507	6.435
232,92,140	5.414	9.5	8.1017	9.4621	9.368
234,92,142	4.858	13.04	11.7712	13.1483	13.0294
236,92,144	4.49	14.87	14.5558	15.9462	15.806
238,92,146	4.27	17.25	16.3757	17.7757	17.6179
234,94,140	6.31	5.89	4.0977	5.46	5.3702
238,94,144	5.593	9.59	7.9392	9.3215	9.1955
240,94,146	5.17	11.316	10.5865	11.9816	11.8348
242,94,148	4.985	13.18	11.8273	13.2298	13.0676
244,94,150	4.66	15.37	14.6974	16.1135	15.4527
238,96,142	6.62	5.51	3.4426	4.822	4.7128
242,96,146	6.216	7.28	5.374	6.7662	6.628
244,96,148	5.8	8.755	7.623	9.0265	8.8691
246,96,150	5.475	11.26	9.5497	10.9632	10.7879
248,96,152	5.05	16.09	12.3628	13.7896	13.5932
240,98,142	7.719	2.03	-0.4268	0.9457	0.849
246,98,148	6.862	4.21	3.0598	4.4628	4.3114
248,98,150	6.361	7.56	5.4597	6.8744	6.7033
250,98,152	6	8.49	7.3637	8.7883	8.5995
252,98,154	6.217	8.01	6.1336	7.5563	7.3616
246,100,146	8.378	0.17	-2.1608	-0.7636	-0.8959
248,100,148	8.002	1.66	-0.8459	0.559	0.411
250,100,150	7.557	3.38	0.8469	2.2609	2.0958
252,100,152	7.17	3.254	2.4431	3.8658	3.6841
254,100,154	7.301	4.14	1.8036	3.2266	3.0667
256,100,156	7.25	4.405	2.0126	3.4391	3.238
252,102,150	8.55	0.74	-2.1008	-0.6814	-0.8469
254,102,152	8.226	1.82	-0.9914	0.4349	0.2546
256,102,154	8.581	0.53	-2.2897	-0.8656	-1.0515

جدول (2): الأعداد الكتلية والذرية وعدد النيوترونات والقيم العملية لطاقات انحلال ألفا بوحدات MeV ومقارنة بين القيم العملية للوغاريتم اعمار أنصاف النوى مع القيم النظرية حسب النماذج(W.M)و(T.N.M) و(K.M.M)

A ,Z ,N	Q_α (MeV)	logT(exp.)	logT(calc.) for W.M	logT(calc.)for T.N.M	logT(calc.)for K.M.M
186,82,104	6.47	0.68	0.0056	0.0429	0.6058
190,82,108	5.697	4.25	3.4479	3.369	3.8535
192,82,110	5.221	6.57	5.9382	5.7752	6.2597
194,82,116	4.738	9.99	8.8396	8.5786	9.0632
210,82,128	3.792	16.57	16.0536	15.549	16.0336
190,84,106	7.693	-2.59	-3.4749	-3.4895	-3.0067
194,84,110	6.987	-0.38	-1.0625	-1.1426	-0.6598
198,84,114	6.309	2.27	1.6256	1.4727	1.9554
202,84,118	5.701	5.13	4.4335	4.2044	4.6872
204,84,120	5.37	4.1	6.1589	5.883	6.3658
206,84,122	5.327	7.14	6.3947	6.1125	6.5953
208,84,124	5.11	7.96	7.6301	7.3144	7.7972
210,84,126	5.3	7.07	6.5443	6.258	6.7408
212,84,128	8.954	-6.52	-7.0506	-6.9683	-6.4855
216,84,132	6.906	-0.84	-0.7623	-0.8505	-0.3677
198,86,112	7.349	-1.18	-1.4576	-1.6906	-1.2096
206,86,120	6.384	2.74	2.2572	1.9472	2.4283
210,86,124	6.159	3.95	3.2466	2.9162	3.3972
214,86,128	9.208	-6.57	-6.8896	-7.0101	-6.529
218,86,132	7.263	-1.46	-1.1569	-1.3961	-0.9151
222,86,136	5.59	5.52	6.0101	5.6224	6.1034
210,88,122	7.152	0.57	0.1367	-0.2905	0.1888
212,88,124	7.032	1.18	0.583	0.1494	0.6287
214,88,126	7.273	0.39	-0.3022	-0.7229	-0.2436
218,88,130	8.546	-4.59	-4.3388	-4.7009	-4.2216
222,88,134	6.679	1.59	1.9652	1.5115	1.9908
224,88,136	5.789	5.52	5.9949	5.4827	5.962
226,88,138	4.871	10.73	11.2601	10.6714	11.1507
218,90,128	9.849	-6.96	-6.866	-7.4016	-6.924
222,90,132	8.127	-2.69	-2.2735	-2.8484	-2.3708
226,90,136	6.45	3.39	3.8668	3.2396	3.7171
228,90,138	5.52	8.825	8.4223	7.7561	8.2337
230,90,140	4.77	12.49	13.0294	12.3239	12.8015
232,90,142	4.083	18.55	18.32	17.5694	18.4366
226,92,134	7.701	-0.57	-0.0409	-0.8108	-0.335
228,92,136	6.803	2.9	3.3077	2.5286	3.0044
230,92,138	5.933	6.43	7.2525	6.4625	6.9383
232,92,140	5.414	9.5	10.0463	9.2486	9.7244
234,92,142	4.858	13.04	13.523	12.7157	13.1916
236,92,144	4.49	14.87	16.1713	15.3568	15.8326
238,92,146	4.27	17.25	17.9156	17.0963	17.5721
234,94,140	6.31	5.89	6.3984	5.4645	5.9387
238,94,144	5.593	9.59	10.0537	9.1302	9.6043
240,94,146	5.17	11.316	12.5584	11.642	12.1161
242,94,148	4.985	13.18	13.7528	12.8398	13.3139
244,94,150	4.66	15.37	16.4655	15.5602	16.0343
238,96,142	6.62	5.51	5.938	4.8469	5.3194
242,96,146	6.216	7.28	7.804	6.7283	7.2007
244,96,148	5.8	8.755	9.9256	8.8675	9.3399
246,96,150	5.475	11.26	11.7488	10.7057	11.1782
248,96,152	5.05	16.09	14.3936	13.3724	13.8488
240,98,142	7.719	2.03	2.4895	1.1894	1.6601
246,98,148	6.862	4.21	5.8163	4.5611	5.0318
248,98,150	6.361	7.56	8.0654	6.8406	7.3113
250,98,152	6	8.49	9.8579	8.6573	9.128
252,98,154	6.217	8.01	8.7617	7.5463	8.017
246,100,146	8.378	0.17	1.1157	-0.3962	0.0728
248,100,148	8.002	1.66	2.3586	0.8698	1.3388
250,100,150	7.557	3.38	3.9478	2.4885	2.9575
252,100,152	7.17	3.254	5.4485	4.0171	4.4861
254,100,154	7.301	4.14	4.8997	3.4581	3.9271
256,100,156	7.25	4.405	5.1284	3.6911	4.1601
252,102,150	8.55	0.74	1.3955	-0.3082	0.1591
254,102,152	8.226	1.82	2.4447	0.7656	1.233
256,102,154	8.581	0.53	1.2982	-0.4078	0.0595

جدول (3): الأعداد الكتلية والذرية وعدد النيوترونات والقيم العملية لطاقات انحلال ألفا بوحدات MeV ومقارنة بين القيم العملية للوغاريتم اعمار أنصاف النوى مع القيم النظرية حسب النماذج (H.M) و (K.M) و (R.M).

A ,Z ,N	Q_α (MeV)	logT(exp.)	logT(calc.)for H.M	log T (calc.)for K.M	logT(calc.) for R.M
186,82,104	6.47	0.68	0.7907	0.5826	0.348
190,82,108	5.697	4.52	4.0227	3.8751	3.5928
192,82,110	5.221	6.57	6.4037	6.1811	5.9586
194,82,116	4.738	9.99	9.2034	9.1226	8.7219
210,82,128	3.792	16.57	15.9549	16.0239	15.3877
190,84,106	7.693	-2.59	-2.6757	-2.8894	-3.0723
194,84,110	6.987	-0.38	-0.462	-0.6166	-0.8073
198,84,114	6.309	2.27	2.0427	1.9453	1.7271
202,82,118	5.701	5.13	4.6879	4.6441	4.3792
204,84,120	5.37	4.1	6.3351	6.3191	6.0182
206,84,122	5.327	7.14	6.5187	6.518	6.2097
208,84,124	5.11	7.96	7.6894	7.7115	7.373
210,84,126	5.3	7.07	6.5695	6.5968	6.2804
212,84,128	8.954	-6.52	-6.5595	-6.7048	-6.9703
216,84,132	6.906	-0.84	-0.6957	-0.7066	-0.9312
198,86,112	7.349	-1.18	-0.9766	-1.0992	-1.2451
206,86,120	6.384	2.74	2.4447	2.419	2.2326
210,86,124	6.159	3.95	3.319	3.3298	3.1246
214,86,128	9.208	-6.57	-6.5192	-6.6415	-6.8611
218,86,132	7.263	-1.46	-1.1593	-1.1523	-1.3287
222,86,136	5.59	5.52	5.7614	5.8751	5.6073
210,88,122	7.152	0.57	0.2421	0.2289	0.1076
212,88,124	7.032	1.18	0.6308	0.6361	0.5088
214,88,126	7.273	0.39	-0.2808	-0.2747	-0.324
218,88,130	8.546	-4.59	-4.2668	-4.3032	-4.443
222,88,134	6.679	1.59	1.7521	1.8368	1.6838
224,88,136	5.789	5.52	5.6902	5.8302	5.6109
226,88,138	4.871	10.73	10.9118	11.1065	10.7533
218,90,128	9.849	-6.96	-6.7313	-6.8155	-6.9513
222,90,132	8.127	-2.69	-2.4333	-2.3987	-2.4834
226,90,136	6.45	3.39	3.5052	3.6493	3.5163
228,90,138	5.52	8.825	8.0129	8.2135	7.9855
230,90,140	4.77	12.49	12.62	12.8672	12.506
232,90,142	4.083	18.55	18.3625	18.2509	17.7027
226,92,134	7.701	-0.57	-0.4035	-0.2982	-0.3418
228,92,136	6.803	2.9	2.8655	3.0282	2.9512
230,92,138	5.933	6.43	6.7721	6.9889	6.837
232,92,140	5.414	9.5	9.5496	9.8031	9.5789
234,92,142	4.858	13.04	13.0396	13.3309	12.9999
236,92,144	4.49	14.87	15.7008	16.0212	15.5977
238,92,146	4.27	17.25	17.4433	17.7862	17.2968
234,94,140	6.31	5.89	5.7884	6.0354	5.9483
238,94,144	5.593	9.59	9.4037	9.7095	9.53
240,94,146	5.17	11.316	11.9151	12.2529	11.9978
242,94,148	4.985	13.18	13.0928	13.6336	13.1565
244,94,150	4.66	15.37	15.8348	16.2237	15.3882
238,96,142	6.62	5.51	5.1909	5.4708	5.439
242,96,146	6.216	7.28	6.9936	7.3176	7.2421
244,96,148	5.8	8.755	9.1124	9.4686	9.3377
246,96,150	5.475	11.26	10.9348	11.3187	11.1339
248,96,152	5.05	16.09	13.6106	14.0268	13.7554
240,98,142	7.719	2.03	1.6112	1.8717	1.9389
246,98,148	6.862	4.21	4.8372	5.177	5.1896
248,98,150	6.361	7.56	7.0842	7.461	7.4242
250,98,152	6	8.49	8.8753	9.2819	9.1981
252,98,154	6.217	8.01	7.7067	8.1144	8.0576
246,100,146	8.378	0.17	0.0283	0.3133	0.4322
248,100,148	8.002	1.66	1.2321	1.5488	1.6568
250,100,150	7.557	3.38	2.7928	2.3992	3.2327
252,100,152	7.17	3.254	4.2725	4.6561	4.7192
254,100,154	7.301	4.14	3.6701	4.058	4.1283
256,100,156	7.25	4.405	3.8587	4.261	4.3258
252,102,150	8.55	0.74	0.0989	0.4337	0.5917
254,102,152	8.226	1.82	1.1125	1.4763	1.625
256,102,154	8.581	0.53	-0.086	0.2691	0.423

جدول (4) :الأعداد الكتلية والذرية وعدد النيوترونات والقيم العملية لطاقات انحلال ألفا بوحدات MeV ومقارنة بين القيم العملية للوغاريتم اعمار أنصاف لنوى مع القيم النظرية حسب أنموذج (F.M.M)

A , Z ,N	Q_α (MeV)	logT(exp.)	logT(calc.) for F.M.M
186,82,104	6.47	0.68	0.2561
190,82,108	5.697	4.25	3.6344
192,82,110	5.221	6.57	6.09
194,82,116	4.738	9.99	8.9553
210,82,128	3.792	16.57	15.9437
190,84,106	7.693	-2.59	-3.2658
194,84,110	6.987	-0.38	-0.8971
198,84,114	6.309	2.27	1.7487
202,84,118	5.701	5.13	4.5151
204,84,120	5.37	4.1	6.2208
206,84,122	5.327	7.14	6.4326
208,84,124	5.11	7.96	7.647
210,84,126	5.3	7.07	6.5332
212,84,128	8.954	-6.52	-7.1284
216,84,132	6.906	-0.84	-0.8694
198,86,112	7.349	-1.18	-1.3427
206,86,120	6.384	2.74	2.3072
210,86,124	6.159	3.95	3.2564
214,86,128	9.208	-6.57	-7.0275
218,86,132	7.263	-1.46	-1.2882
222,86,136	5.59	5.52	5.8997
210,88,122	7.152	0.57	0.1188
212,88,124	7.032	1.18	0.5474
214,88,126	7.273	0.39	-0.3769
218,88,130	8.546	-4.59	-4.5792
222,88,134	6.679	1.59	1.8285
224,88,136	5.789	5.52	5.8986
226,88,138	4.871	10.73	11.2243
218,90,128	9.849	-6.96	-7.1448
222,90,132	8.127	-2.69	-2.4996
226,90,136	6.45	3.39	3.7284
228,90,138	5.52	8.825	8.3609
230,90,140	4.77	12.49	13.0463
232,90,142	4.083	18.55	18.4305
226,92,134	7.701	-0.57	-0.2813
228,92,136	6.803	2.9	3.1373
230,92,138	5.933	6.43	7.1689
232,92,140	5.414	9.5	10.0172
234,92,142	4.858	13.04	13.5677
236,92,144	4.49	14.87	16.2666
238,92,146	4.27	17.25	18.0361
234,94,140	6.31	5.89	6.2568
238,94,144	5.593	9.59	9.9877
240,94,146	5.17	11.316	12.5534
242,94,148	4.985	13.18	13.7643
244,94,150	4.66	15.37	16.0854
238,96,142	6.62	5.51	5.7364
242,96,146	6.216	7.28	7.6276
244,96,148	5.8	8.755	9.809
246,96,150	5.475	11.26	11.6803
248,96,152	5.05	16.09	14.4058
240,98,142	7.719	2.03	2.1054
246,98,148	6.862	4.21	5.5088
248,98,150	6.361	7.56	7.8349
250,98,152	6	8.49	9.6839
252,98,154	6.217	8.01	8.5145
246,100,146	8.378	0.17	0.5612
248,100,148	8.002	1.66	1.8422
250,100,150	7.557	3.38	3.4869
252,100,152	7.17	3.254	5.0389
254,100,154	7.301	4.14	4.4673
256,100,156	7.25	4.405	4.6547
252,102,150	8.55	0.74	0.7422
254,102,152	8.226	1.82	1.8252
256,102,154	8.581	0.53	0.5911

جدول (5) :يوضح قيم طاقات جسيمات ألفا المنحلة والقدرة الناتجة ولوغاريتم القدرة الناتجة وللنوى جميعها

A ,Z ,N	Q_α(MeV)	P(watt/gm)	Log[P(watt/gm)]
186,82,104	6.47	485110000	8.685
190,82,108	5.697	112250	5.05
192,82,110	5.221	487.17	2.687
194,82,116	4.738	0.166	-0.779
210,82,128	3.792	0.000000032	-7.494
190,84,106	7.693	$1.08106*10^{12}$	12.033
194,84,110	6.987	5766800000	9.763
198,84,114	6.309	11420000	7.057
202,84,118	5.701	13900	4.143
204,84,120	5.37	139000	5.143
206,84,122	5.327	122	2.086
208,84,124	5.11	16.564	1.219
210,84,126	5.3	140.99	2.149
212,84,128	8.954	$9.05*10^{15}$	15.95
216,84,132	6.906	$1.46*10^{10}$	10.167
198,86,112	7.349	$3.74*10^{10}$	10.574
206,86,120	6.384	3761220	6.575
210,86,124	6.159	219000	5.34
214,86,128	9.208	$1.066*10^{16}$	17.027
218,86,132	7.263	$6.41*10^{10}$	10.806
222,86,136	5.59	5072	3.705
210,88,122	7.152	610440000	8.785
212,88,124	7.032	14578000	7.163
214,88,126	7.273	923150000	8.965
218,88,130	8.546	$1.046*10^{13}$	13.019
222,88,134	6.679	51586000	7.712
224,88,136	5.789	5195.071	3.715
226,88,138	4.871	0.026	-1.585
218,90,128	9.849	$2.76*10^{16}$	16.441
222,90,132	8.127	$1.1978*10^{12}$	12.078
226,90,136	6.45	774000	5.888
228,90,138	5.52	2.417	0.383
230,90,140	4.77	0.000446696	-3.349
232,90,142	4.083	$3.26*10^{-10}$	-9.485
226,92,134	7.701	8438829440	9.926
228,92,136	6.803	2507018.941	6.399
230,92,138	5.933	637.922	2.804
232,92,140	5.414	0.4925	-0.307
234,92,142	4.858	0.000123966	-3.906
236,92,144	4.49	0.000001712	-5.766
238,92,146	4.27	0.000000006	-8.221
234,94,140	6.31	2316.411	3.364
238,94,144	5.593	0.403	-0.394
240,94,146	5.17	0.0069	-2.161
242,94,148	4.985	0.000089	-4.05
244,94,150	4.66	0.000000535	-6.271
238,96,142	6.62	5716.25	3.757
242,96,146	6.216	89.006	1.949
244,96,148	5.8	2.78	0.444
246,96,150	5.475	0.0078	-2.107
248,96,152	5.05	0.00000011	-6.958
240,98,142	7.719	19968905.74	7.3
246,98,148	6.862	114470.5468	5.058
248,98,150	6.361	46.263	1.665
250,98,152	6	5.149	0.711
252,98,154	6.217	15.73	1.196
246,100,146	8.378	1532439718	9.185
248,100,148	8.002	47119073	7.673
250,100,150	7.557	828676.572	4.918
252,100,152	7.17	1054263.886	6.022
254,100,154	7.301	139161.4484	5.143
256,100,156	7.25	74395	4.871
252,102,150	8.55	410578580.6	8.613
254,102,152	8.226	32718265.21	7.514
256,102,154	8.581	637407217.1	8.8044

الملحق B:

1- برمجة أنموذج الجسيم الواحد ($O.B.M_1$) و ($O.B.M_2$) و ($O.B.M_3$):

```
Q=6.47;
M=4*1.65e-27;
% r0=1.08;
r0=1.4;
r0=1.2;
A=186;
Z=82;
A1=A-4;
% A2=4;
% R=r0*A1^0.33333+2;
R=r0*(A)^0.33;
R=r0*(A1^0.333+A2^0.3333);
h=1.054e-34;
X=1.44;
B=X*(2*(Z-2))/R;
F=(sqrt((2*Q*1.6e-13)/M))/(2*R*1e-15);
n1=(1/h)*sqrt((2*M)/(Q*1.6e-13));
n2=(X*2*(Z-2))*1.6e-28;
n3=1.57-(2*sqrt(Q/B));
G=n1*n2*n3;
P=exp(-2*G);
D=F*P;
T=0.693/D;
log10(T)
```

2- برمجة أنموذج وابسترا (W.M):

```
clc;
Z=82;
Q=2.6;
CW=52.400;
T=(1.2*Z+34.9)/sqrt(Q)-CW
```

3- برمجة أنموذج تاجيبيرا ونورميا (T.N.M):

```
CLC;
Z=102;
Zd=Z-2;
Q=8.581;
CT=20.789;
T=1.61*(Zd/sqrt(Q)-Zd^0.666)-CT
```

4- برمجة أنموذج كيلر ومونزل (K.M.M):

```
CLC;
Z=102;
Zd=Z-2;
Q=8.581;
HK=1.61;
CK=20.226;
T=HK*(Zd/sqrt(Q)-Zd^0.6666)-CK
```

5- برمجة أنموذج كورا (K.M):

```
CLC;
r0=1.08;
A=204;
Ad=200;
ZD=80,
Q=2.6;
R=(r0*Ad^0.333+2);
N=20.05;
S=(1.7195*sqrt((A-4)/A)*ZD)/sqrt(Q);
U=1.2901*sqrt((A-4)/A)*sqrt(R*ZD);
O=((0.07466*sqrt((A-4)/A)*(R^1.5))/sqrt(ZD))*Q-N-1.59175;
```

6- برمجة أنموذج روير (R.M):

```
clc;
Q=6.62;
Z=96;
A=238;
T=-27.69-1.0441*(A^0.3333*sqrt(Z))+1.5702*(Z)/sqrt(Q)
```

7- برمجة انموذج فراس وميان (F.M.M):

```
clc;
Q=6.47;
A=186;
Z=82;
N=A-Z;
T=1.66*(Z-2)/sqrt(Q)-26.6-sqrt((1.08*(A-4)^0.333+2)*(Z-2))+N-Zp/A
```

8- برمجة منحنيات المعايرة :

```
x1=[0.0056 3.4479 5.9382 8.8396 16.0536 -3.4749 -1.0625 1.6256 4.4335 6.1589
6.3947 7.6301] ;
x2=[0.68 4.25 6.57 9.99 16.57 -2.59 -0.38 2.27 5.13 4.1 7.14 7.96 7.07 -6.52 -0.84 -
1.18 2.74 ];
[xx1,xx2]=treat(x1,x2);
close all
 plot(xx1,xx2,'o-')
xlabel('Log T calc.(sec)')
ylabel('Log T Exp..(sec)')


figure
hist(xx1-xx2,20)
```

المصادر

المصادر: **References:**

المصادر العربية:

- خليل، منيب عادل،(1996).الفيزياء النووية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.
- رشيد، قصي،(1986). الوقاية من الإشعاع والتلوث، منظمة الطاقة الذرية العراقية.
- مايرهوف، (1982). مبادئ الفيزياء النووية. ترجمة عاصم عبد الكريم عزوز، قسم البحث والتطوير، المنشأة العامة لكبريت المشراق.

المصادر الأجنبية:

- Beiser, A. (2003). Concepts of Modern Physics, Sixth Edition, The McGraw-Hill, Inc., 1221,New York.
- Bohr.N.(1913). On the constitution of Atoms and Molecules. Philosophical Magazine and Journal of Science,Series6,Vol.25,No.151,1-25,Abstract.
- Brandan, M.E. and Satcher ,C.R. (1997). The interaction between light heavy ions and what it tells use. Physics Reports 285,143-243.
- Buck ,B., Merchant, A. C. and Perez, S.M.(1991).Recent developments in the heavy of alpha decay. Modern Physics Letters A,Vol.6,No.27,31-39.
- Cohen, B.L.(1971).Concepts of Nuclear Physics, McGraw–Hill company, Inc,453-2461.
- Curie, M. (1900). C.R. Acad. Sci. Paris 130,76, Cited by peltanen,S.(2009).Alpha decay fine structure in even-even nuclei. Acadmic dissertation for the digree of docter.
- Chowdhury, P.R. Samanta, C. and Basu, D.N.(2006). Predictions of Alpha Decay Half lives of Heavy and Super heavy Element. Phys. Rev. C73,014612.
- Dong, J., Zuo, W. and Scheid, W. (2011). New approach for alpha decay half-lives of super heavy nuclei and applicability of WKB approximation. Nuclear Physics A, Vol.861, Issue 1,1-13,Abstract.
- Dong, J.M., Hongfei, Z., Wei, Z. and Qing, L.J.(2008). Half lives of super heavy Nuclei in Z=113 Alpha decay chain ,Chin. Phys. Lett , Vol.25,No.12,4230.

- Dong ,T. and Ren, Z. (2005).New calculations of $\alpha -$ decay half-lives by the Viola –Seaborg Formula.Eur. Phs. J.A26, 69-72.
- Evaluated Nuclear Structure Data File (ENSDF).(2000).Communicated through Nuclear Data Center, Japan Atomic Energy Research Institute.
- Garrote, F.B., Fernandez, J.A., and Hoyos, O.R. (2011). Alpha decay half-lives of super heavy nuclei in the WKB approximation. CienciasNuclears,No.49, Version ISSN 0864-084X.
- Girija, K.K. and Joseph, A. (2013). A fission model approach to alpha decay and cluster radioactivity of Dy, Ey, and Yb Isotopes, Turk. J.Phys.37, 172-181.
- Greiner, W.(2007).Anew in sight in the Decay Modes of heavy nuclei, Romanian Reports in Physics ,Vol.59,No.2,p.193-204.
- Harb, S. (2004).On the human radiation exposure as derived from the analysis of natural and man-made radionuclide in Soil. PhD Thesis, VomFachbereich Physikder University Hannover.
- Hornshoj, P.H., Hansen, P.J., Jonson, B., Ravn, H.L.,Westgaard,L. and Nielsen, O.N. (1974). Nucl.Phys.,A230,365 .
- Keller, K.A. and Munzel, H.Z. (1972). Physik255-419, Cited by Poenaru, D.N and Ivascu, M.(1983).Estimation of the alpha decay half-lives, J.Physique 44,791-796.
- Krane, K.S.(1988).Introductory Nuclear Physics, John Wiley & Sons.Inc, New York.
- Kondev, F.G., Ahmad, I reene, J.P., Kellett, M.A. and Nichols, A.L. (2007). Measurement of the half-life of ^{246}Cm and the $\alpha -$ decay emission probabilities of $^{246}_{96}Cm$ and $^{250}_{98}Cf$.Applied Radiation and isotopes,Vol.65,Issue 3, 335-340,Abstract.
- Koura, H.(2002).Alpha - decay half- lives and fission barriers for super heavy Nuclei Predicted by a nuclear mass formula, Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences, Vol.3,No.1,pp201-203.
- Lawson, R.S. (1999). An Introduction to Radioactivity. Manchester Royer Infirmary, London.

- Lazerenko, Y.V., Gusev, V. V. and Pystovalov, A.A. (1988).Basic Parameters of radionuclide thermoelectric generator, Atomic energy,64(2), P131-137.
- Lilley, J.S.(2001). Nuclear Physics, John Wiley & Sons, Lid, New York.
- Mackenzi, A.S.(1905). The Deflexion of Alpha –Rays from Radium. Philosophical Magazine,Sixth Series.48-538.
- Mladjenovic, M.(1992). The history of early nuclear physics (1896-1913). World Scientific,USA.ISBN981-020-8073.
- Ni, D. and Ren, Z. (2009). Microscopic calculation of alpha decay half – lives within the cluster model, Nuclear Physics A825,PP145-158.
- Ni, D. and Ren, Z. (2012). Binding energies $\alpha -$ decay energies, and$\alpha -$ decay half-lives for heavy and superheavy nuclei. Nuclear Physics A 893, 13-26.
- Ni, D. and Ren, Z. (2011). Coupled channels study of fine structure in the $\alpha -$ decay of well deformed nuclei. Physical Review C83,067032,Abstract.
- Peltonen, S.(2009). Alpha –Decay fine structure in even – even nuclei.. Thes is, Dept. of phys., University of JVASKYLA, Finland.
- Pomorski, K., Warda ,M., Zdeb ,A. (2015). On spontaneous fission and _-decay half-lives of atomic nuclei.arxiv :1501.03912V1[nucl-th] 16Jan 2015.
- Poenaru, D.N.,Gherghescu, R.A. and Greiner, W. (2013). Alpha –cluster –and fission decay of super heavy nuclei. Rom. Journ. Phys., Vol.58,1157-1166.
- Ramsay,W. and Soddy,F. (1903).Experiments in radioactivity.
- Ring, P. (2001). Nuclear Structure far from the Vally of Stability, Progress in particle and Nuclear Physics, Vol.46, Issue 1,Pages 165-174.
- Royer, G., Schreiber, C. and Saulier, H.(2010). Analytic relations for partial alpha decay half–lives and barrier height and position,

International Journal of Modern Physics E, Version 1,in2 p3-00596855.

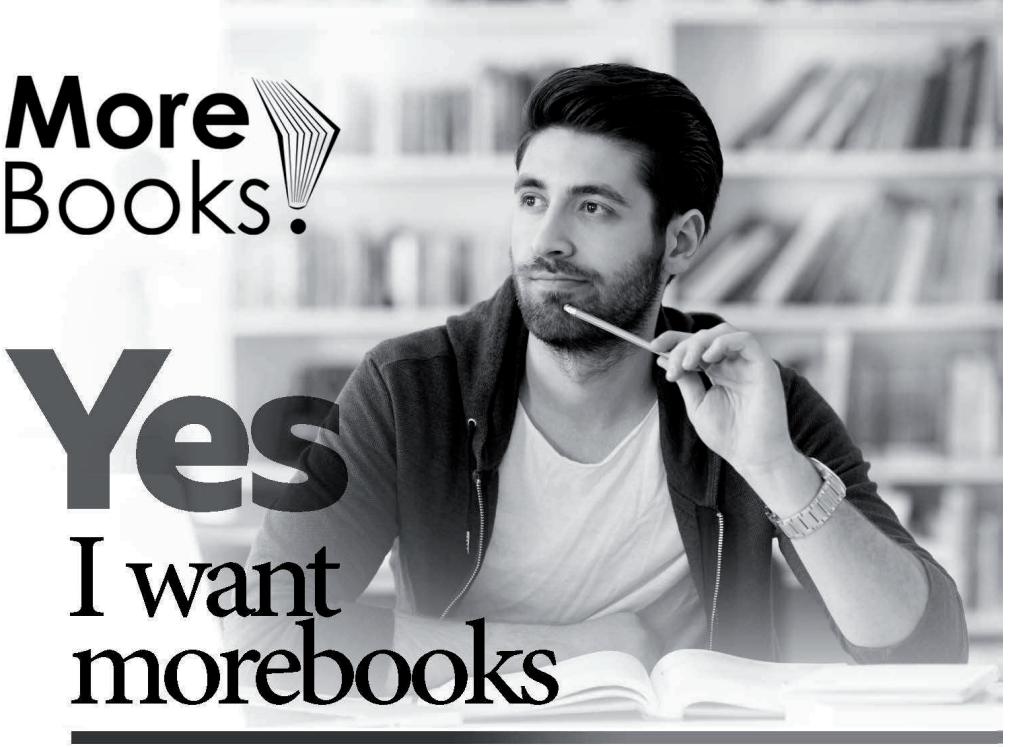
- Royer, G. (2000). Alpha emission and spontaneous fission through quas-molecular shape. J.Phys.G: Nucl.Part.Phys.1149-470,Abstract.
- Royer, G.and Zhang, H. (2009). Alpha decay potential barriers and half-lives and analytical formula predictions for super heavy nuclei. International Journal of Modern Physics E, Version 1.
- Rutherford, E. (1911). The scattering of $\alpha -$ and $\beta -$ particles by matter Science,Series 6.Vol.21, No.125, 668-669,Abstract.
- Rutherford, E. (1899). Uranium Radiation and electrical conduction produced by it. Philos. Mag. 47-109.
- Santhosh, K.P.,Sahadevan,S. and Biju,R.K.(2009). Alpha radioactivity in heavy and superheavy elements. Nuclear Physics A825,159-174.
- Santhosh, K.P., Biju, R.K. and Sahadevan, S. (2010). Semi-empirical formula for spontaneous fission half-life time. Nuclear Physics A832, 220-232.
- Santhosh, K.P.,Priyanka, B. and Krishran, M.S. (2012). Cluster decay half-lives of trans-lead nuclei within the coulomb proximity potential model. Nuclear Physics A, Vol.889, 29-50,Abstract.
- Santhosh, K.P. and Biju, R.K. (2013). Stability of ${}^{248-254}_{98}Cf$ isotopes against alpha and cluster radioactivity.Annals of Physics 344,280-287.
- Silisteanu, I., Anghel, C.I. (2016). Alpha-decay and spontaneous fission half-lives of super-heavy nuclei around the doubly magic nucleus 270Hs. EPJ Web of Conferences 107,07004.
- Suliman, G.,Pomme, S., Marouli, M., Ammel, R.V., Jobbagy, V.,Paepen, J., Stroh,H.,Apostolidies,C.,Abbas,K. and Morgenstern, A. (2012). Measurements of the half-life of ${}^{214}_{84}Po$ and ${}^{218}_{88}Ra$ using digital electronics.Applied Radiation and isotopes, 1907-1912.
- Taagepera, R. and Nurmia, M. (1961). Ann. Acad. Sci., Fenn. Ser. A78, Cited by Poenaru, D.N and Ivascu,M.(1983).Estimation of the alpha decay half-lives, J.Physique 44,791-796.

- Vasileva, A.,Konchetkov, A.L., Starkov,O.V. and Tsikunov,A.G. (1996). Natural and Reactor Radioactive Series, No.2526,IPPE.
- Wapstra, A. H., Nugh, G. J. and Vanlieshout, R. (1959). In Nuclear spectroscopy Tables (North-Holland Amsterdam),Cited by Poenaru, D.N. and Ivascu,M.(1983).Estimation of the alpha decay half-lives, J.Physique 44,791-796.
- Wong, J.L., (1990).Introductory Nuclear Physics,Prentice –Hall international, Inc.
- Wiley,R.L., Halpert,G., Sabripour,S. and Flood,D.J.(2000).spacecraft power technologies , Imperial college press,ISBN1-P256.
- Zdeb,A., Warda,M., Pomorski,K.(2014). Alpha decay half-lives for the super heavy nuchei within a gamow –like model . acta Physica Polonica B. Vol.45.No.2.
- Zhang, H.F., Royer, H., Wang, Y.J.,Dong,J.M.,Zuo,W. and Li,J.Q. (2009). Analytic expressions for the α −particle preformation in heavy nuclei. Physics Review C80, 057301.
- Zhang, H., Zuo, W., Li, J. and Royer, G. (2006). α − decay half-lives of superheavy nuclei predicted by Nuclear Mass formula. Journal of Nuclear and Radiochemical Science, Vol.3, No.1,201-203.

ABSTRACT

The study involved the determination of the half – lives Logarithm for heavy even – even nuclei that contain atomic numbers ranged between $82 \leq Z \leq 102$ through revisited of the single particle model suggested by Gurney Condon and Gamow in 1928.This model is based upon the formation of an Alpha particle in the parent nucleus before its tunneling decay. In addition a simple modification process is done on the nucleus radius that consists of the sum of mass numbers for the daughter and Alpha particle relying only on the parent nuclear radius ($1.4A^{1/3}$). Also, relying on the daughter nuclear mass number with the addition of correction factor $(1.08A_d^{1/3}+2)$ in which it was constant value (2-3 times) which will greatly affect the nucleus half life logarithm as well as its effect on the inverse proportion between the nucleus radius and the potential barrier rise. The half – life logarithm for the nuclei being studied was determined, through several common models that belong to another study as in Wapstra Model(W.M), Taagepera and NurmiaModel (T.N.M),Keller and Munzel Model (K.M.M), Hornshoj Model (H.M),Koura Model (K.M) and Royer Model (R.M) alongside our (Firas and Mayan Model) (F.M.M) That contain semi – empirical relation based on the Giger & Nutall rule as well as some parameter that the single particle model involved such as the radius of nucleus represented by $(1.08A_d^{1/3}+2)$ and the atomic number of the daughter nucleus Z_d .That is with suitable constants that were obtained through trial and error as the model contain a term represented by the relative neutrons excess $(\frac{N-Z_P}{\mathrm{A}})$ which was extremely important in half life logarithm suitability and its approach to practical values. The comparison process was achieved between our Firas and Mayan model with the rest of the common models depending on statistical procedures that we undertook as in the calculation of root mean square deviation (rmsd) as well as the standard deviation (σ)and the agreement factor alongside the relation between the theoretical and practical half-life logarithm ratio .it was found through these values that it is possible to use Firas and Mayan model in the alpha emission theory description as well as in determining the studied

logarithm of the nuclei half-life in a way that approaches the practical values. It is realized that all the common models can be used in determining the nuclei half-life logarithm, Results showed that the half-life logarithm increases with the increase in neutrons numbers (N)for all nuclei except those that contain magic numbers in their atomic numbers (Z)or neutron numbers (N) or both. The study also showed that the increase in neutron numbers to the proton numbers for the lead nucleus $^{208}_{82}Pb_{126}$(contains double magic numbers) does have larger effect on the alpha decay properties. Results generally indicated that the emitting forces of alpha particles with large decay energies are of short half-lives. The fitting equations the link between theoretical and practical half-life logarithm and for all Model, were obtained .Regarding the application of alpha particles decay in technology, the results showed that the generating power to the mass unit ($\frac{watt}{gm}$) does proportionally increase with the decayed alpha particle energy increase in a constant average fashion.



اشتري كتبك سريعا و مباشرة من الأنترنيت, على أسرع متاجر الكتب الالكترونية في العالم
بفضل تقنية الطباعة عند الطلب, فكتبنا صديقة للبيئة

اشتري كتبك على الأنترنيت

www.get-morebooks.com

Kaufen Sie Ihre Bücher schnell und unkompliziert online – auf einer der am schnellsten wachsenden Buchhandelsplattformen weltweit!
Dank Print-On-Demand umwelt- und ressourcenschonend produziert.

Bücher schneller online kaufen

www.morebooks.de

SIA OmniScriptum Publishing
Brivibas gatve 197
LV- 1039 Riga, Latvia
Telefax: +371 686204 55

info@omniscriptum.com
www.omniscriptum.com

OMNIScriptum